مساعد الطالب في

الكيمياء

للصف السادس العلمي

الفرع الاحيائي

الجزء الأول

أعداد الأستاذ :عمار محمود الزهيري



Des: Mostafa kh

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الاعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لاكفأ التدريسيين بالاضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الارشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالاضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لاي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

الملخص التفصيلي

سلسلة مناهج العراق

كيمياء السادس العلمي

الفرع الإحيائي

اعداد المدرس

عمار محمود الزهيري

الجزء الاول

٢٠١٧



قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿وَمَآ أُوتِيتُم مِّنَ ٱلۡعِلۡمِ إِلَّا قَلِيلٗا﴾

الإسراء: ٥٨

شكر وعرفان

شكر وعرفان للأستاذين القديرين جابر اليوسف ومهدي الحسناوي لمساعدتهم لي بتزويدي ببعض الاسئلة الوزارية والاثرائية التي زادت من دعم المعلومة لضمان العلامة الكاملة لطالب السادس العلمي ان شاء الله تعالى .

ملاحظات للمعلم الكريم

١. لايعد هذا الملخص بديلا للكتاب المنهجي فهو يخلو من **الامثلة المنهجية** وذلك حرصاً منا على اهمية الكتاب واعتباره الاساس للتمكن من هذا المنهج العملاق .

٢. لايعد هذا الملخص صحيحاً 100% ، فربما توجد اخطاء طباعية او علمية وجل من لايسهو او يخطأ لذا نرجوا منكم تنبيهنا على كل ما هو خطأ طباعي او علمي ولكم منا جزيل الشكر والاحترام .

٣. كل سؤال مكتوب عليه للاطلاع فهو للمدرسين فقط .

٤. لايستوجب حل جميع الاسئلة من قبل الطلبة ففيها الكثير من المتشابهة .

٥. لايفضل الاعتماد عليه في السنة القادمة لاحتمال تغير المنهج او شيء جديد ما ، فضلا عن انه نسخة اولية قابلة للتجديد او ضخ المزيد من الافكار والمعلومات التي تتلاءم وطبيعة الاسئلة الوزارية للسنين او الاعوام القادمة .

٦. قريبا سنصدر ملخص اكثر شمولية (غير منهجي) نتوسع فيه ناقلين للمعلومات غير مؤلفين لها .

اخوكم مدرس الكيمياء

عمار الزهيري

يتمنى لكم تحقيق اهدافكم بإذن الله

بعقوبة / ديالى

الفصل الأول / الثرموداينمك

الثرموداينمك هو العلم الذي يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف الى تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقات كالطاقة الميكانيكية .

يفسر علم الثرموداينمك ظواهر عديدة اهمها

١. سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
٢. التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية عندما توجد مادة او اكثر تحت ظروف معينة .
٣. حدوث بعض التفاعلات تلقائياً وغير تلقائيا عند نفس الظروف .
٤. سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية سواء في نفس التفاعلات او الوسط المحيط بها .

س / لايهتم علم الثرموداينمك بسرعة التفاعلات او بعامل الزمن الذي تستغرقه التفاعلات ؟ وضح ذلك .

ج / لان سرعة حدوث التفاعلات من اهتمام الحركيات فهو يتنبىء فيما اذا كان التفاعل قابل للحدوث او غير قابل فقط .

يمكن تقسيم الطاقة الى قسمين رئيسين هما

انواع الطاقة

الطاقة الكامنة
تشمل الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع انواع المواد وجميع انواع الوقود .

الطاقة الحركية
تشمل طاقة جميع الاجسام المتحركة من الجزيئات والماء المتحرك والسيارات والطائرات والصواريخ .

س / يمكن تحويل الطاقة الكامنة الى حركية كما في حركة الماء من اعلى الشلال الى اسفله ؟

ج / لان الطاقة الناتجة عن ذلك لها القدرة على تدوير المحركات الخاصة بتوليد الطاقة الكهربائية .

القانون الاول لعلم الثرموداينمك

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل الى آخر .

وحدة الجول J هو وحدة قياس الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات SI ويعبر عنه بالاتي :

حيث ان kg وحدة الكيلو غرام و m وحدة المتر و s وحدة الثانية ← $1J = 1kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$

الطاقة الحركية هي الطاقة التي تساوي حاصل ضرب نصف في الكتلة في مربع السرعة .

$$KE = \frac{1}{2} m.v^2$$

مثال / تحرك جسم كتلته 2kg مسافة متر واحد خلال ثانية واحدة فقط . كم هو مقدار الطاقة الحركية له ؟

الحل / $KE = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2}(2kg)x(1\frac{m}{s})^2 = 1J$

وحدة الكلفن (K) ، والسيليزية ^{0}C وهي وحدات درجة الحرارة في الثرمودواينمك تستخدم الكلفن التي يمكن الحصول عليها من السيليزية بالعلاقة الاتية :

$$T(K) = t(^{0}C) + 273$$

مثال / حول درجة الحرارة من السيليزي والتي مقدارها $27^{0}C$ الى الكلفن ؟

ج / $T(K) = t(^{0}C) + 273 = 27 + 273 = 300\ K$

مثال / حول درجة الحرارة من السيليزي والتي مقدارها $25^{0}C$ الى الكلفن ؟

ج / $T(K) = t(^{0}C) + 273 = 25 + 273 = 289\ K$

بعض المصطلحات الثرموداينمكية

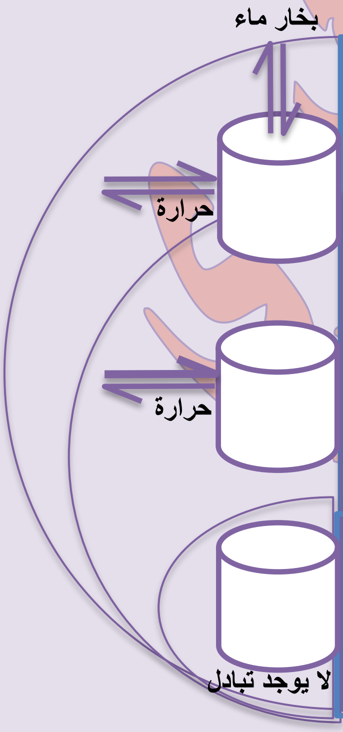
النظام هو عبارة عن جزء معين من الكون يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية او كيميائية محدودة داخل حدود معينة قد تكون حقيقية او تخيلية .



المحيط هو ما موجود خارج حدود النظام الثرموداينمكي .

المجموعة (الكون) هو مجموع النظام مع المحيط ثرموداينمكياً .

انواع الانظمة



النظام المفتوح وز 2013د1 هو النظام الذي يسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط . مثل اناء معدني يحتوي على ماء مغلي حيث نلاحظ ان مادة النظام (الماء) تتبخر وطاقته(الحرارة) تتسربان الى المحيط .

النظام المغلق / وز 2013 هو النظام الذي يسمح بتبادل طاقته فقط ولايسمح بتغيير كمية مادة النظام . مثل اناء معدني مغلق باحكام ففي هذه الحالة سوف تتسرب الطاقة على شكل حرارة الى المحيط .

النظام المعزول / وز2016 د1/ 2015 د2 / هو النظام الذي لايسمح بتبادل المادة والطاقة مع المحيط . مثل الثرموس اذي يمنع تسرب الحرارة او المادة منه الى المحيط .

الحرارة هي شكل من اشكال الطاقة وهي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين درجة حرارتيهما مختلفة .

درجة الحرارة هي مقياس للطاقة الحرارية ، من جراء انتقالها من جسم الى اخر مختلفين في درجة حرارتيهما .

التغير بدرجة الحرارة $\triangle T$ هو الفرق بين درجة الحرارة النهائية T_f ودرجة الحرارة الابتدائية T_i

ويرمز لها بالرمز $\triangle T$ كما في العلاقة الاتية : $\triangle T = T_f - T_i$

تتناسب الحرارة q مع التغير بدرجة الحرارة $\triangle T$ تناسباً طردياً : $q \; \alpha \; \triangle T$

وعندما نحول التناسب الى مساواة بضرب $\triangle T$ بثابت تناسب يدعى السعة الحرارية كما في :

$$q = C \,.\, \triangle T$$

السعة الحرارية (C) / وز 2015 تمهيدي خارج القطر / هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدره بالغرام $m_{(g)}$ من أي مادة درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدة $(J/^0C)$ وترتبط مع الحرارة النوعية بالعلاقة الاتي :

$C = ζ \,.\, m$

$q = C.\, \triangle T$ ⟹ $q = \dfrac{\quad}{0}() \,.\, m_{(g)} \,.\, \triangle T(^0c)$

ووحداتها هي : $q = \dfrac{\quad}{\not 0}() \,.\, m_{(\not g)} \,.\, \triangle T(^0\not c) = J$ or KJ

الحرارة النوعية (ζ) / وز 2014 د1 وز 2014 د1 / هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد (1g) من أي مادة درجة سيليزية واحدة ، وتقاس بـ $(\frac{J}{g\,.^0C})$.

ووحداتها هي : ______ ____

انتباه : راجع جدول 1.1 لمعرفة قيم الحرارة النوعية

حل تمرين 1 وز 2016 د2 خارج القطر

$q = \dfrac{\quad}{0}() \,.\, m_{(g)} \,.\, \triangle T(^0c) \rightarrow 205 = ζ.\, 10 \,.\, (45-25) \rightarrow$ ____

بعض الاسئلة وحلولها

س١/ وز 2016 تمهيدي وهو سؤال13 من اسئلة الفصل الاول / سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155g من درجة حرارة 20^0C الى 35^0C مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700J ، احسب الحرارة النوعية لهذه المادة ؟

الحل /

$q = ζ.\, m_{(g)} \,.\, \triangle T \rightarrow 5700 = ζ \times 155 \times 15$ ____ ____

س٢/ احسب الحرارة النوعية للذهب اذا كان لدينا قطعة ذهب وزنها 360g والسعة الحرارية لها $85.7J/^0C$ ؟ ج / $0.238J/g.^0c$

س٣/ احسب درجة الحرارة النهائية لـ 150g من الماء السائل عند $25^{0}C$ اذا اكتسب 1000J ؟ (علماً ان الحرارة النوعية للماء تساوي $4.184 J/g.^{0}C$) .

الحل /

$$q = \zeta_{(\frac{J}{g.^{0}C})} . m_{(g)} . \triangle T_{(^{0}C)} \rightarrow 1000 = 4.184 . 150 . \triangle T \rightarrow \triangle T = 1.5^{0}C$$

$$\triangle T = t_2 - t_1 \rightarrow 1.5 = t_2 - 25 \rightarrow t_2 = 1.5 + 25 = 26.59^{0}C$$

الحل /

$$C = \zeta . m \rightarrow \zeta = \frac{85.7}{360} = 0.23\ 8 J/g.^{0}c$$

س٤/ احسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين 100g من النحاس من $10^{0}C$ الى $100^{0}C$. واذا اضيفت نفس الكمية من الحرارة الى 100g عند $10^{0}C$. ايهما يسخن أكثر النحاس ام الالمنيوم ؟ علماً ان الحرارة النوعية للنحاس $0.39 J/g.^{0}c$ وللألمنيوم $0.9 J/g.^{0}c$.

ج / $49^{0}C$

س٥/ اذا علمت أن (18.5g) من معدن معين امتصت كمية من الحرارة مقدارها (1170J) ، وارتفعت درجة حرارتها من $(25^{0}C)$ الى $(92.5^{0}C)$ ، فاحسب الحرارة النوعية لهذا المعدن ؟

ج / $0.937 \frac{J}{g.^{0}C}$

س٦/ سخنت عينة من الماء وزنها 46g من 8.5 الى $74.6\ ^{0}C$ ، احسب كمية الحرارة الممتصة بواسطة الماء ؟ اذا علمت ان الحرارة النوعية للماء تساوي $4.184 J/g.^{0}C$.

ج / 12.72KJ

حرارة التفاعل (التغير في الانثالبي) هي دالة حالة ثرموداينمكية وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة (المتحرر) المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها بالرمز H ، ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لأنها دالة حالة ويقاس لها التغير الحاصل فيها $\triangle H$.

اذا كانت $\triangle H_r = -$ فإن التفاعل باعث للحرارة ، و اذا كانت $\triangle H_r = +$ فإن التفاعل ماص للحرارة .

$$\triangle H_r = \triangle H_{(p\ \text{النواتج})} - \triangle H_{(R\ \text{المتفاعلات})}$$

دالة الحالة / وز2013 د2 / هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير والحالة النهائية للنظام بعد التغيير بغض النظر عن طريق او مسار التغيير .

$$\triangle H = \triangle H_f - \triangle H_i$$

دالة المسار هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على المسار او الخطوات التي مر خلالها التغيير مع اعتمادها على الحالة الابتدائية والنهائية مثل الحرارة و الشغل .

علل / لا تعتبر الحرارة او الشغل دوال حالة ؟ ج/ لانها تعتمد على المسار او الخطوات التي مر خلالها التغيير.

علل / تعتبر الانثالبي والانتروبي دوال حالة ؟ ج / لانها تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية ولاتعتمد على المسار او الخطوات التي مر خلالها التغيير .

يمكن تقسيم الخواص العامة للمواد الى نوعين / وز 2016 د2 /

انواع الطاقة

الخواص الشاملة

تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثل الكتلة والحجم والسعة الحرارية والانثالبي والانتروبي والطاقة الحرة .

الخواص المركزة

تشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ، مثل الضغط ودرجة الحرارة والكثافة والحرارة النوعية .

علل / الانثالبي خاصية شاملة ؟

ج / لانها تعتمد على كمية المادة فهي تتغير بتغير عدد المولات المشاركة في التفاعل فإن انثالبي 2mol هي ضعيف انثالبي 1mol .

الكيمياء الحرارية هو العلم الذي يهتم بدراسة الحرارة الممتصة والمنبعثة نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية او هي تهتم بحساب انثالبي التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية .

التفاعل الباعث هو التفاعل الذي يحول الطاقة الحرارية من النظام الى المحيط وتكون قيم $\triangle H = -$:

تفاعل كيميائي $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \Longrightarrow 2H_2O_{(l)} +$ طاقة

تغيير فيزيائي $H_2O_{(g)} \Longrightarrow H_2O_{(l)} +$ طاقة

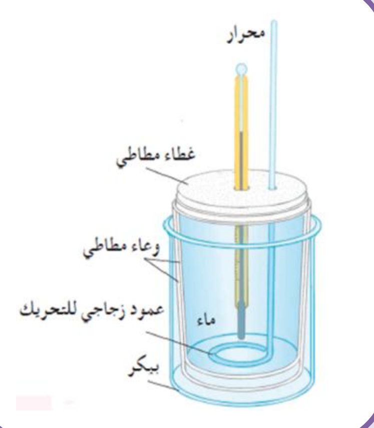
التفاعل الماص هو التفاعل الذي يمتص الطاقة الحرارية من المحيط الى النظام وتكون قيم $\triangle H=+$:

تفاعل كيميائي $2HgO_{(s)}$ + طاقة ⟹ $2Hg_{(l)}$ + $O_{2(g)}$

تغيير فيزيائي $H_2O_{(s)}$ + طاقة ⟹ $H_2O_{(l)}$

قياس انثالبي التفاعل

المسعر هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل) الممتصة او المنبعثة في التفاعل الكيميائي ، ويتكون من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروفة الكتلة) موجودة في وعاء معزول عزلاً جيداً .



كيف نجد الحرارة المنطلقة نتيجة احتراق مادة ما في المسعر :

١. القانون الرئيسي له : $q = \zeta_{(\frac{J}{g.^0C})} \cdot m_{(g)} \cdot \triangle T_{(^0C)}$.

٢. ζ الحرارة النوعية معلومة ثابتة .

٣. $m_{(g)}$: يجب ان تكون بالغرام فقط وهي كتلة الماء .

٤. $\triangle T_{(^0C)}$: التغير بالحرارة يستخرج من انقاص الحالة الابتدائية من النهائية .

٥. عندما يطلب في السؤال الحرارة المنبعثة (الاحتراق) تسبق الحرارة بالإشارة السالبة .

٦. قد يطلب للمول الواحد فعند ذاك يجب ايجاد عدد المولات من خلال : $n=\frac{m}{M}$ ، ثم تقسيم الحرارة على عدد المولات .

علل / يمكن اعتبار الحرارة المقاسة في المسعر الحراري هي الانثالبي ؟

ج / لان الحرارة المقاسة في المسعر تتم بثبوت الضغط ، وان الانثالبي ايضا يقاس تحت ضغط ثابت لذلك يمكننا اعتبارهما نفس الشيء .

حل تمرين 2 / وز2013 د1 /

$\triangle T= t_2 - t_1 \rightarrow 39=t_2-10 \rightarrow t_2=49^0C$

اولا : نجد كمية الحرارة عن طريق القانون الاتي :

$q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow q= 4.2 \times 1000 \times 3.6 = \frac{-15120J}{1000} =-15.12\ KJ$

ثانياً : نجد الحرارة المتحررة بعد ايجاد عدد المولات لكي نستخرجها لمول واحد فقط :

$n=\frac{m}{M}=\frac{3}{32}=0.09375mol$

n	q
0.09375	−15.12
1	X

$\triangle H=q_p=\frac{-15.12}{0.09375}=-161.28\ KJ/mol$

بعض الاسئلة وحلولها

س١ / مثال 2 / وز 2015 د1 /

الحل / $\triangle T = t_2 - t_1 = 25.5 - 21 = 4.5\ ^0C$

$q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \quad \rightarrow \quad q = 4.2 \times 1200 \times 4.5 = \frac{-22680J}{1000} = -\ 22.68\ KJ$

n= —   ——

n		q
0.0166	✕	−22.68
1		X

$\triangle H = q_p =$ ——

س٢/ وز 2013 د2/ تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الخليك CH_3COOH (M=60g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على 750g من الماء (الحرارة النوعية للماء = 4.2J/g. ^0C) فإن ارتفعت درجة الحرارة المسعر ومحتوياته من $24C^0$ الى $28C^0$. احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض على فرض ان السعة الحرارية مهملة ؟

الحل / $\triangle T = t_2 - t_1 = 28 - 24 = 4^0C$

$q = \zeta_{(\frac{J}{0})} . m_{(g)} . \triangle T \quad \rightarrow \quad q = 4.2 \times 750 \times 4 = \frac{-12600J}{1000} = -\ 12.6\ KJ$

n= —   —

n		q
0.025	✕	−12.6
1		X

$\triangle H = q_p =$ ——

س٣/ تم حرق 1g من الالمنيوم مع زيادة من غاز الاوكسجين في مسعر حراري فاذا كانت كمية المياه في السعر 500g وارتفعت حرارته (20.8−22.02^{0}C) احسب الحرارة المنبعثة من احتراق مولا واحدا من الالمنيوم ؟ مع اهمال السعة الحرارية للمسعر (الحرارة النوعية للماء = 4.2J/g. ^0C) .

ج / −69.24KJ/ml

س٤/ تم حرق عينة من لافلز كتلته 8g في مسعر حراري يحتوي على 2Kg من الماء وكان الارتفاع في درجة الحرارة 8.5^{0}C احسب الكتلة المولية لهذا العنصر اللافلزي ؟ اذا علمت ان الحرارة التي يبعثها لاحتراق مول واحد منه تساوي 285600J ؟ (الحرارة النوعية للماء = 4.2J/g. ^0C) .

ج / 32g/mol

س٥/ اذا علمت ان حرارة احتراق النفثالين $C_{10}H_8$ هي 1232KJ/mol فأحسب الارتفاع في درجة الحرارة لـ 1.025Kg ماء موضوعة في مسعر اذا احرقنا 0.242g من النفثالين بفرض ان الحرارة الناتجة استخدمت لرفع درجة حرارة الماء فقط . والكتل الذرية (C=12 , H=1) . ج / 2.1^0C

س٦/ أخذت عينة من المغنيسيوم كتلتها 0.1375g في مسعر سعته الحرارية $1.769J/^0C$ ، فإذا كان المسعر يحتوي على 300g ماء وكان الارتفاع في درجة الحرارة 1.126^0C ، أحسب كمية الحرارة الناتجة من احتراق مول من المغنيسيوم بوحدة الكيلو جول ؟ علما ان الحرارة النوعية للماء = $4.184J/g.^0C$ والكتلة الذرية للمغنيسيوم = 24 . ج/ −246.69KJ

س٧/ للاطلاع / 0.5g من مادة عضوية كتلتها المولية = 128g/mol احترقت في مسعر عند حجم ثابت سعته الحرارية $1.6KJ/^0C$ يحتوي على 1200g من الماء فارتفعت درجة الحرارة من 25.3 الى $27.4\ ^0C$ علما ان الحرارة النوعية للماء = $4.184J/g.^0C$. ، احسب الحرارة المنطلقة نتيجة الاحتراق مول واحد من المادة العضوية ؟

الحل /

$\triangle T = t_2 - t_1 = 27.4 - 25.3 = 2.1\ ^0C$

$q = -[q_{H2O}] + [q_{\text{المسعر}}] = [\zeta \cdot m_{(g)} \cdot \triangle T_{(^0C)}] + [C \cdot \triangle T_{(^0C)}]$

$= -\ [4.184 \times 1200 \times 2.1] + [(1.6 \times 1000) \times 2.1] = -[\ 10543.68 + 3360\ ]$

$= -\ 13903J = \frac{55159}{1000} = -\ 13.903\ KJ$

$n = \frac{m}{M} = \frac{0.5}{128} = 0.0039mol$

n	q	
0.0039	− 13.903	
1	X	X=q= −3564.87 KJ

س٨/ للاطلاع / يستخدم مسعر القنبلة لقياس الحرارة المنطلقة من احتراق الجلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$ فإذا وضعت 3g من الجلوكوز في المسعر المملوء بالأوكسجين تحت ضغط والذي يحتوي على 1.5Kg من الماء ، وكانت درجة الحرارة الابتدائية هي 19^0C . فاحترق الخليط المتفاعل بالتسخين الكهربائي بالسلك وسبب زيادة في درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى 25.5^0C . أحسب كمية الحرارة المنطلقة من حرق مول واحد من الجلوكوز ؟ علماً ان الحرارة النوعية للمسعر والماء على التوالي : . $(4.184J/g.^0C\ ,\ 2.21KJ/^0C)$

الحل /

$\triangle T = t_2 - t_1 = 25.5 - 19 = 6.5\ ^0C$

$q = -[q_{H2O}] + [q_{\text{المسعر}}] = [\zeta \cdot m_{(g)} \cdot \triangle T_{(^0C)}] + [C \cdot \triangle T_{(^0C)}]$

$= -\ [4.184 \times 1500 \times 6.5] + [(2.21 \times 1000) \times 6.5] = -[40794 + 14365]$

$= -55159J = \frac{55159}{1000} = -\ 55.159\ KJ$

$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{180} = 0.016mol$

n	q	
0.016	−55.159	
1	X	X=q= −3447.43 KJ

س٩/ للاطلاع / أجرى تفاعل كيميائي في مسعر حراري يحتوي على 1.2Kg من الماء فارتفعت درجة الحرارة من 20 الى 25 ^0C ، احسب الحرارة الناتجة عن التفاعل ؟ علماً ان الحرارة النوعية للمسعر والماء على التوالي ($4.184J/g.^0C$, $2.21KJ/^0C$) .

ج / −36.154KJ

س١٠/ للاطلاع / اذا احترق 1.435g من مركب النفثالين $C_{10}H_8$ في مسعر عند حجم ثابت يحتوي على 200g من الماء فإن درجة الحرارة ترتفع من 20.17 الى 25.84 ^0C . فإذا علمت ان الحرارة النوعية للمسعر والماء على التوالي ($4.184J/g.^0C$, $1.89KJ/^0C$) والكتل الذرية(C=12 , H=1) فاحسب: ١. الحرارة المنطلقة نتيجة الاحتراق . ٢. الحرارة المنطلقة نتيجة احتراق مول واحد منه .

ج / ١. −58.16KJ . ٢. − 5187.79KJ .

المعادلة الكيميائية الحرارية هي معادلة كيميائية موزونة تعبر عن التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية تختلف عن المعادلات الكيميائية الاخرى ، وهي تبين الاتي :

١. قيمة واشارة التغير بالانثالبي فإذا كانت الاشارة موجبة التفاعل ماص وتوضع مقدارها في المتفاعلات ، كما في عملية انصهار الجليد :

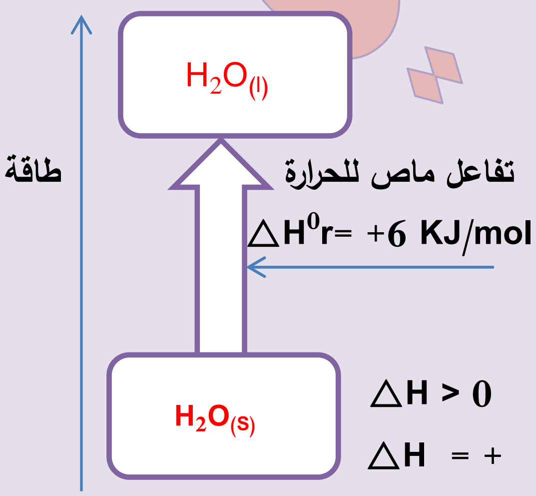
$$H_2O_{(s)} + 6\ KJ/mol \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

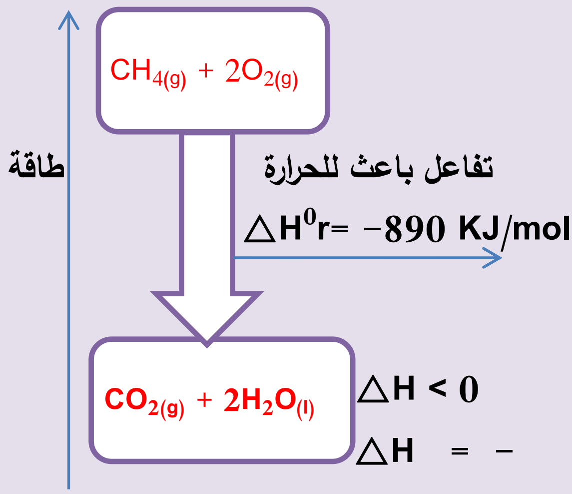
وهذا يعني ان التفاعل يحتاج لامتصاص طاقة مقدارها 6 KJ/mol للتحول من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة .

واذا كانت الاشارة سالبة فهي باعثة فيوضع مقدارها بالنواتج كما في الاتي :

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \triangle H=-890\ KJ/mol$$

وهذا يعني انه تم انبعاث او تحرر حرارة مقدارها −890 KJ/mol عند حرق مول من الميثان .





٢. تذكر فيها الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والناتجة من التفاعل حيث يرمز للمواد الصلبة (s) والسوائل (l) والغازات (g) والمحلول المائي (aq) ، وان السبب في حاجة ذكر ذلك لان كميـة الحـرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالـة الفيزيائيـة لمـواد التفاعل كما في المعادلة الاتية :

$H_2O_{(s)} \Longrightarrow H_2O_{(l)}$

٣. اذا تم عكس معادلة التفاعل او التغيير فإشارة الانثالبي يجب ان تتغير كما في :

$H_2O_{(s)} \Longrightarrow H_2O_{(l)}$ $\triangle H=+6\ KJ/mol$

$H_2O_{(l)} \Longrightarrow H_2O_{(s)}$ $\triangle H=-6\ KJ/mol$

٤. عند ضرب او القسمة في المعادلة الحرارية بعدد معين فيجب ان تضرب قيم الانثالبي بنفس الرقم كما في :

$H_2O_{(s)} \Longrightarrow H_2O_{(l)}$ $\triangle H=+6\ KJ/mol$

$2H_2O_{(s)} \Longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\triangle H=2\ X\ +6\ =+12\ KJ/mol$

علل / يجب ذكر الحالات الفيزيائية لمواد التفاعل في المعادلة الحرارية ؟

ج / لان كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

علل / عند ضرب او قسمة مواد المعادلة الحرارية يجب ان تجري نفس العملية على قيم الانثالبي ؟

ج / لان الانثالبي دالة حالة وخاصية شاملة تعتمد على كمية المادة الموجودة في التفاعل .

انثالبي التفاعل القياسية هي الحرارة الممتصة او المنبعثة من التفاعلات او التغييرات الفيزيائية والتي تكون في الظروف القياسية STP 298^0C وضغط 1atm ويرمز له بـ $\triangle H^0_r$.

ملاحظة : الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية تختلف عنها في الغازات فهي $0^0C=298K$ بينما في الغازات $0^0C=273K$.

انواع انثالبيات التفاعل القياسية

١. **انثالبي التكوين القياسية** هي الحرارة اللازمة لامتصاص او لانبعاث عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية وبأثبت صورها في الظروف القياسية 25^0C وضغط 1atm ويرمز له $\triangle H^0_f$.

ظروف انثالبية التكوين القياسية

أ. يجب ان تكون لمول واحد ، وان وجد غير هذا فيجب ان تقسم قيمتها على عدد المولات .

ب. باثبت صورها يعني : الهيدروجين في حالته الغازية ، الزئبق في حالته السائلة ، المغنيسيوم في حالته الصلبة ، والكاربون بصورة الكرافيت ، والكبريت بصورة المعيني ، والفسفور في صورة الاحمر ، واليود في حالته الصلبة ...الخ .

ملاحظات

١. $\triangle H^0_f$ للعناصر الحرة مثل $C_{(graphite)}$ و H_2 و S_{Rho} = 0 .

٢. حرارة التكوين = حرارة التفكك بعكس الاشارة لهما .

٣. $\triangle H^0_f = \triangle H^0_r$ عندما تكون لمول واحد فقط .

٤. $\triangle H^0_f \neq \triangle H^0_r$ عندما لاتكون لمول واحد فقط فيجب تطبيق العلاقة الاتية :

$\triangle H^0_r = \triangle H^0_f \quad x \quad n$ عدد المولات المادة المتكونة

مثال / جد انثالبي التكوين القياسية لـ : $\triangle H^0_r = -72 KJ$ $\quad H_{2(g)} + Br_{(l)} \Longrightarrow 2HBr_{(g)}$ ؟

الحل / نجد انثالبي التكوين من خلال العلاقة الاتية : عدد المولات المادة المتكونة(n) $\triangle H^0_r = \triangle H^0_f \; X$

$-72 = \triangle H^0_f \quad X \quad 2 \qquad \rightarrow \qquad \triangle H^0_f$ ——

حل تمرين 3 في مثل هكذا صيغ من الاسئلة نكتب فورا المادة المتكون في النواتج في المعادلة ثم نكتب عناصرها باثبت صورها :

$S_{Rho} + H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \Longrightarrow H_2SO_{4(l)}$ $\quad \triangle H^0_r = \triangle H^0_f$ عندما تكون لمول واحد فقط

حل تمرين 4

$\triangle H^0_r = \triangle H^0_f \quad X \quad (n)$ عدد المولات المادة المتكونة

$\triangle H^0_r = -271 \frac{KJ}{mol} \quad x \quad 2\ mol = -542\ KJ$

حل تمرين 5

$\triangle H^0_r = \triangle H^0_f \; x \quad n$ عدد المولات المادة المتكونة

$= \; -1670 \frac{KJ}{mol} \; x \; 2\ mol = -3340\ KJ$

انثالبي الاحتراق القياسية /وز2016 خارج العراق/ هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من أي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة 25^0C وضغط 1atm .

شروط انثالبي الاحتراق القياسية

١. ان يكون لحرق مول واحد فقط .

٢. وجود كمية كافية من الاوكسجين .

٣. $\triangle H^0_c = \triangle H^0_r$ عندما تكون لاحتراق مول واحد فقط .

٤. $\triangle H^0_c \neq \triangle H^0_r$ عندما لاتكون لاحتراق مول واحد فقط فيجب تطبيق العلاقة الاتية :

$\triangle H^0_r = \triangle H^0_c \quad X \quad (n)$ عدد المولات المادة المحترقة

٥. حرق اغلب المواد العضوية نواتج هي ثنائي اوكسيد الكاربون والماء .

٦. جميع تفاعلات الاحتراق باعثة للحرارة .

حل تمرين 6

$C_3H_8 + 5O_2 \Rightarrow 3CO_2 + 4H_2O \quad \Delta H^0_c = -2219 KJ/mol$

بعض الاسئلة وحلولها

س١/وز 2014 د1/ إذا علمت ان $\Delta H^0_r = -3340$ KJ للتفاعل الاتي :

$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \Rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$ احسب :

١. التغير في انثالبي التكوين القياسية لـAl_2O_3 . ٢. التغير في انثالبي الاحتراق القاسية لـ Al .

الحل / لايجاد انثالبي التكوين لابد من تقسيم الانثالبي على 2 لتطبيق شرط تكوين مول واحد فقط :

$$\Delta H^0_f = \frac{\Delta H^0 r}{n} = \frac{-3340}{2} = -1670\ KJ/mol$$

لايجاد انثالبي الاحتراق لابد من تقسيم الانثالبي على 4 لغرض تطبيق شرط احتراق مول واحد فقط :

$$\Delta H^0_C = \frac{\Delta H^0 r}{n} = \frac{-3340}{4} = -835\ KJ/mol$$

س٢/ عند تكوين 1.6g من غاز الميثان (M_{CH4}=16g/mol) من عناصره الاساسية تحررت طاقة مقدارها 7.5− KJ وعند الظروف القياسية . احسب انثالبي التكوين للميثان ؟ ج / −75KJ

س٣/ احسب حرارة الاحتراق القياسية للحديد وحرارة التكوين القياسية لاوكسيد الحديديك من انثالبي التفاعل الاتي $\Delta H^0_r = -1644$ KJ ؟

$4Fe + O_2 \Rightarrow 2Fe_2O_3 \quad \Delta H^0_r = -1644$ KJ

ج / (−411,−822)KJ/mol

س٤/ احسب $\Delta H^0_{C(C2H5OH)}$ من المعادلة الاتية :

$3C_2H_5OH_{(l)} + 9O_{2(g)} \Rightarrow 6CO_{2(g)} + 9H_2O \quad \Delta H^0_r = -4101$ KJ

اذا علمت ان حرارة احتراق الايثانول تساوي −1367KJ/mol اكتب المعادلة الحرارية لاحتراقه بحيث تكون $\Delta H^0_r = -2734 KJ$ ؟

الحل / اولا : نجد انثالبية الاحتراق القياسية :

$\Delta H^0_r = \Delta H^0_C \times n \rightarrow -4101 = \Delta H^0_C \times 3 \rightarrow \Delta H^0_C = -1367 KJ/mol$

ثانيا : من انثالبية الاحتراق وعندنا انثالبي التفاعل نجد عدد مولات الايثانول لكتابة المعادلة :

$\Delta H^0_r = \Delta H^0_C \times n \rightarrow -2734 = -1367 \times n \rightarrow n = 2\ mol$

$2C_2H_5OH_{(l)} + 6O_{2(g)} \Rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O \quad \Delta H^0_r = -2734$ KJ

س٥/ اذا علمت ان انثالبي تكوين $CaCl_2$ (M=111g/mol) = KJ/mol 795− احسب الطاقة المتحررة نتيجة تكوين 22.2g منه ومن عناصره الاولية وتحت الظروف القياسية ؟ ج / -159KJ

انثالبي التغيرات الفيزيائية

تنبثق هذه الانثالبيات عن عمليات تحول المادة بحالاتها الثلاث :

التبخر : هي عملية تحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية .

انثالبي التبخر : هو الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من الماء ويرمز لها بـ $\triangle H_{vap}$.

$$H_2O_{(l)} \xrightarrow{vaporization} H_2O_{(g)} \qquad \triangle H_{vap}=44KJ/mol$$

التكثيف : هي عملية تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة .

انثالبي التكثيف : هو الحرارة المنبعثة عند تحويل مول واحد من الحالة الغازية الى السائلة ويرمز له بـ $\triangle H_{cond}$ وهي عكس انثالبي التبخر .

$$H_2O_{(g)} \xrightarrow{condesation} H_2O_{(l)} \qquad \triangle H_{cond}=-44KJ/mol$$

الانصهار : هي عملية تحول المادة من الحالة الصلبة الى السائلة .

انثالبي الانصهار : هو الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من مادة صلبة لتحولها الى سائلة ويرمز له بـ $\triangle H_{fus}$.

$$H_2O_{(s)} \xrightarrow{fusion} H_2O_{(l)} \qquad \triangle H_{fus}=+\ 6\ KJ/mol$$

الانجماد : هي عملية تحول المادة من الحالة السائلة الى الصلبة .

انثالبي الانجماد : هي الحرارة المنبعثة عن تحويل مو واحد من المادة السائلة الى الصلبة ويرمز له بـ $\triangle H_{cryst}$ وهو عكس انثالبي الانصهار .

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(s)} \qquad \triangle H_{cryst}\ =\ -6\ KJ/mol$$

ملخص العمليات :

$\triangle H_{vap}$ ⟷ واحدة عكس الاخرى ⟷ $-\triangle H_{cond}$

$\triangle H_{fus}$ ⟷ واحدة عكس الاخرى ⟷ $-\triangle H_{cryst}$

حل تمرين 7

الحل / الانجماد هي عكس الانصهار لذلك فقط نكتفي بقلب المعادلة ومعها الاشارة :

$$CH_3COOH_{(l)} \longrightarrow CH_3COOH_{(S)} \qquad \triangle H_{cryst}\ =\ -5.11\ KJ/mol$$

اسئلة مختلفة

س / فراغ وزاري 2015 تمهيدي / اذا كان انثالبي تبخر الامونيا= 23KJ/mol فإن انثالبي التكثيف للأمونيا .... ؟

الحل /

معادلة التبخر $NH_{3(l)} \longrightarrow NH_{3(g)} \qquad \triangle H_{vap}\ =\ +\ 23\ KJ/mol$

معادلة التكثيف $NH_{3(g)} \longrightarrow NH_{3(l)} \qquad \triangle H_{cond}\ =\ -\ 23\ KJ/mol$

س / اذا كانت قيمة حرارة التبخر للماء = +44KJ/mol وقيمة الانصهار للجليد = +6KJ/mol جد:
١. حرارة التكاثف . ٢. حرارة الانجماد . ٣. حرارة التسامي . ٤. حرارة التصلب .

الحل /

$\triangle H_{cond} = -\triangle H_{vap} = -44$ KJ/mol

$\triangle H_{cryst} = -\triangle H_{fus} = -6$KJ/mol

$\triangle H_{Sub} = \triangle H_{fus} + \triangle H_{vap} = 6+44 = 50$KJ/mol

$\triangle H_{\text{التصلب}} = -\triangle H_{\text{التسامي}} = -50$KJ/mol

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية

اولا : طريقة قانون هيس / وز 2016 د2 / ينص على : [عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فإن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل بخطوة واحدة او سلسلة من الخطوات] . وهو من الطرق غير المباشرة لتصنيع بعض المركبات .

سبب اللجوء الى هذه الطريقة غير المباشرة هو المثال الاتي

مثـال / عندما يتفاعل الاوكسجين مع الكرافيت لينتج احادي اوكسيد الكاربون هنا لا يمكن قياس الحرارة المنبعثة من جراء هذا التفاعل لانه لايمكن السيطرة عليه دون الحصول على ثنائي اوكسيد الكاربون لذلك نلجأ الى هذه الطريقة عن طريق كتابة التفاعلين وثم من التخلص من المواد غير المرغوب فيها بشرط ان يكون شبيهه في الطرف المخالف له :

$$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = -393.5 \text{ KJ/mol}$$

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = -283 \text{ KJ/mol}$$

هنا نلاحظ ان غاز احادي اوكسيد الكاربون موجود في المعادلة الثانية لكن في المتفاعلات فيجب ان نقلبها ومع قلب اشارة الانثالبي للتفاعل كما في الاتي :

يبقى منها $\frac{1}{2}O_2$

$$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = -393.5 \text{ KJ/mol}$$

$$CO_{2(g)} \Rightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = +283 \text{ KJ/mol}$$

بالجمـــع

$$C_{(graphite)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \Rightarrow CO_{(g)} \qquad \triangle H^0_r = -393.5+283 = -110.5 \text{KJ/mol}$$

وبذلك قد حصلنا على CO المراد قياس الحرارة المنبعثة عنه مقدارها -110.5KJ/mol .

حل تمرين 8 في البداية يجب ان نكتب المعادلة الهدف وهي نفسها تكتب في الناتج :

المعادلة الهدف $\quad 2C_{(graphite)} + H_{2(g)} \Rightarrow C_2H_{2(g)} \qquad \triangle H^0_f = ?$ KJ

١. نضرب المعادلة الاولى في 2 ونضرب معها قيمة الانثالبي :

$$2C_{(graphite)} + 2\ O_{2(g)} \Rightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = -394X2 = -788 \text{ KJ/mol}$$

٢. تبقى المعادلة الثانية كما هي :

$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^0_r = -286\ KJ/mol$

٣. نقلب المعادلة الثانية مع قلب الاشارة الى الموجب ونقسمها على 2 :

$2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = +2599/2 = +1299.5\ KJ/mol$

بالجمع

$2C_{(graphite)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} \qquad \Delta H^0_f = -788 + (-286) + 1299 = +225\ KJ$

ثانياً : طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية

تحسب حسب القانون الاتي :

$$\sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H^0 f_{(R)}$$

n = تمثل عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة . اما $\sum n\Delta H^0 f_{(R)}$ = مجموع انثالبيات التكوين للمتفاعلات ، و $\sum n\Delta$ (P) = مجموع انثالبيات التكوين للنواتج .

حل تمرين 9

$C_6H_{6(l)} + —O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O \qquad \Delta H^0_r = ?\ KJ$

$$= \sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H\ f_{(R)}$$

$$(6\ X - 394) + (3\ X - 286) - (1\ X\ 49) + (0)$$

بعض الاسئلة الوزارية وحلولها

س١/ وز 2016 د2 خارج القطر / يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماء السائل ، احسب ΔH^0_r لهذا التفاعل اذا علمت ان $\Delta H^0_{f\ (H2O)} = -286KJ/mol$ ، $\Delta H^0_{f(C6H6)} = +49KJ/mol$ ، $\Delta H^0_{f\ (CO2)} = -394KJ/mol$ ؟

الحل /

$C_6H_{6(l)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O \qquad \Delta H^0_r = ??\ KJ$

$$r = \sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H\ f_{(R)}$$

$$[6(-394) + 3(-286)] - [49 + (0)] = -3271\ KJ$$

طريقة ثانية / المعادلة المطلوبة هي :

$C_6H_{6(l)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O \qquad \Delta H^0_r = ??\ KJ$

نكتب معادلات التكوين حسب المعطيات مع العلم ان $\Delta H^0_r = \Delta H^0_f$ لانها لمول واحد :

$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O \qquad \Delta H^0_r = -286KJ/mol$

$6C_{(graphite)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} \qquad \Delta H^0_r = +49KJ/mol$

$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -394\ KJ/mol$

نضرب الاولى في 3 ونقلب الثانية ونضرب الثالثة في 6 :

$3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \Rightarrow 3H_2O \qquad \Delta H^0_r = 3(-286KJ/mol)$

$C_6H_{6(l)} \Rightarrow 6C_{(graphite)} + 3H_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -49KJ/mol$

$6C_{(graphite)} + 6O_{2(g)} \Rightarrow 6CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = 6(-394\ KJ/mol)$

بالجمع

$C_6H_{6(l)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \Rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O \qquad \Delta H^0_r = -3271\ KJ$

س٢/ وز 2016 د1 / يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها (-3271 KJ/mol) ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء ، احسب انثالبية التكوين القياسية للبنزين ، اذا علمت ان انثالبيات الاحتراق بوحدات الكيلوجول لكل من الكرافيت والهيدروجين على التوالي (-286,-394) ؟

ج / 49KJ/mol

س٣/ وز 2016 تمهيدي / احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية بأثبت صورها ، اذا أعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -394\ KJ/mol$

$S_{Rho} + O_{2(g)} \Rightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -296\ KJ/mol$

$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} + SO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -1072KJ/mol$

الحل /

$C_{(graphite)} + 2S_{Rho} \Rightarrow CS_{2(l)}$ المعادلة الهدف

نضرب المعادلة الثانية في 2 ونقلب المعادلة الاخيرة :

$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -394\ KJ/mol$

$S_{Rho} + O_{2(g)} \Rightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = 2(-296) = -592\ KJ/mol$

$CO_{2(g)} + SO_{2(g)} \Rightarrow CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = +1072KJ/mol$

بالجمع

$C_{(graphite)} + 2S_{Rho} \Rightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H^0_r = +1072-394-592 = +86\ KJ/mol$

س٤/ وز 2015 د2/ احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$C_3H_8 + 5O_{2(g)} \Rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O \qquad \Delta H^0_r = -2220\ KJ/mol$

$H_2O_{(l)} \Rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = +286\ KJ/mol$

$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \Rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H^0_r = -393.5\ KJ/mol$

ج /104.5 KJ/mol

س٥/ وز 2013 د1/ احسب انثالبي التكوين القياسية لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك $CO_2=+394KJ$ وحرارة التفاعل :

$CO + \frac{1}{2}O_2 \Rightarrow CO_2 \quad \Delta H^0_r=-283$

ج / -111 KJ/mol

س٦/ مستفيدا من المعلومات الاتية : احسب انثالبية التكوين القياسية لـ Al_2O_3 :

$Fe_2O_3 \Rightarrow 2Fe + -$ /mol

$2Fe_2O_3 + 4Al \Rightarrow 4Fe +$ /mol

ج / /mol

س٧/ يحترق 1g من الكرافيت ويحرر طاقة مقدارها $-3.28KJ$ احتراقاً تاماً ، جد حرارة التفاعل الاتي : $CO_2{}_{(g)} + C_{(Graph)} \Rightarrow 2CO_{(g)}$ ، وان $\Delta H^0f_{CO}=-110.5KJ/mol$ ؟

الحل / $n=\frac{1}{12}=0.083mol$

$C_{(Graph)} + O_2 \Rightarrow CO$

$= \frac{-32.8}{0.083} = -395.18 \rightarrow$ طبعا هذه لـ CO

$CO_{2(g)} + C_{(Graph)} \Rightarrow 2CO_{(g)}$

$r = \sum n\Delta H^0f_{(P)} - \sum n\Delta H^0f_{(R)} = -395.18 - 2(-110.5) = -$

$= -174.18$ KJ/mol

س٨/ عند حرق 1.6g من الميثان انبعثت حرارة مقدارها 89.015KJ أحسب انثالبية التكوين القياسية للميثان أذا علمت ان انثالبية التكوين القياسية لكل من $H_2O_{(l)}$ و CO_2 : $-286KJ/mol$ و $-393.5KJ/mol$ على التوالي ؟

ج / -75.35 KJ/mol

س٩/ جد انثالبي تحول الفسفور الابيض من صلب الى غاز من المعلومات الاتية :

$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \Rightarrow P_4O_{10(s)}$

$P_{4(g)} + 5O_{2(g)} \Rightarrow P_4O_{10(s)}$

الحل / نقلب المعادلة الثانية مع مراعاة قلب اشارة الانثالبي :

$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \Rightarrow P_4O_{10(s)}$

$P_4O_{10(s)} \Rightarrow P_{4(g)} + 5O_{2(g)}$

بالجمع

$P_{4(S)} \Rightarrow P_{4(g)}$

س١٠/ اذا علمت ان حرارة احتراق البيوتان $C_4H_{10} = -2878.5KJ/mol$ عندما يعطي CO_2 وسائل الماء ولكنها $= -2658.5$ KJ/mol عندما يعطي CO_2 وبخار الماء . جد حرارة تبخر الماء ؟

ج / 220 KJ/mol

س١١/ اذا علمت ان $\triangle H^0_f$ لكل من الايثانال والماء وثنائي اوكسيد الكاربون على الترتيب $-393.5 \quad , \quad -286 \quad , \quad -194 \quad KJ/mol$ احسب حرارة التفاعل

$$C_2H_5OH + -O_2 \longrightarrow CH_3COH + H_2O$$

من حرارة التفاعل :

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O \quad \triangle H^0_r = -1366KJ$$

ج / -201KJ

س١٢/ احسب التغير في المستوى الحراري المصاحب لتحول مول واحد من الكرافيت الى ماس من المعادلات التالية :

$$C_{\text{كرافيت}} + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \triangle H^0_r = -393.5\ KJ$$

$$C_{\text{ماس}} + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \triangle H^0_r = -395.4\ KJ$$

ج / 1.9 KJ

س١٣/ احسب $\triangle H^0_f$ لغاز NO_2 مستفيداً من الاتي :

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO \quad \triangle = +180.5KJ$$

$$2NO_2 \longrightarrow 2NO + O_2 \quad \triangle = +114.14KJ$$

ج / 33.18 KJ/mol

س١٤/ احسب انثالبية التكوين القياسية لغاز فوق اوكسيد الهيدروجين H_2O_2 من المعادلات الاتية :

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \quad \triangle H^0_r = -241.9\ KJ/mol$$

$$2H + O \longrightarrow H_2O \quad \triangle H^0_r = -926.9\ KJ/mol$$

$$2H + O_2 \longrightarrow H_2O_2 \quad \triangle H^0_r = -1070.6\ KJ/mol$$

$$2O \longrightarrow O_2 \quad \triangle H^0_r = 498.2\ KJ/mol$$

ج / 634.7 KJ/mol

س١٥/ للتفاعل الاتي :

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2 \quad \triangle H^0_r = -220\ KJ/mol$$

فإذا علمت ان حرارة تفكك مولين من CO = 568KJ/mol ، جد انثالبي التكوين القياسية لغاز CO_2 ؟

ج / −394KJ/mol

س١٤/ اذا كان لديك التفاعلات الاتية :

$N_2 + 2O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = 67.6\ kJ$

$2NO + O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = -114\ kJ$

وقيم انثالبيات التكوين لكل من (CO, NO_2, CO_2) هي على التوالي $(-110, 34, -393)$ بوحدة kJ/mol جد $\triangle H^0_r$ للتفاعل : $CO + NO_2 \Longrightarrow CO_2 + NO$ ؟

الحل / هنالك طريقتان للحل فالطريقة الاولى تتضمن طريقة هيس مع مراعاة ان تحويل انثالبيات التكوين الى انثالبي التفاعل :

$N_2 + 2O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = 67.6\ kJ$

$2NO + O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = -114\ kJ$

$C_{Graph} + \frac{1}{2}O_2 \Longrightarrow CO \qquad \triangle H^0_r = -110\frac{kJ}{mol} \times 1mol = -110\ kJ$

$C_{Graph} + O_2 \Longrightarrow CO_2 \qquad \triangle H^0_r = -393\frac{kJ}{mol} \times 1mol = -393\ kJ$

$N_2 + 2O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = 34\frac{KJ}{mol} \times 2mol = 68\ kJ$

نقلب المعادلة الثانية ونقسمها على 2 ، ونقلب المعادلة الثالثة والاخيرة :

$N_2 + 2O_2 \Longrightarrow 2NO_2 \qquad \triangle H^0_r = 67.6\ kJ$

$NO_2 \Longrightarrow NO + \frac{1}{2}O_2 \qquad \triangle H^0_r = \frac{+114}{2} = +57\ kJ$

$CO \Longrightarrow C_{Graph} + \frac{1}{2}O_2 \qquad \triangle H^0_r = +110\ kJ$

$C_{Graph} + O_2 \Longrightarrow CO_2 \qquad \triangle H^0_r = -393\ kJ$

$2NO_2 \Longrightarrow N_2 + 2O_2 \qquad \triangle H^0_r = -68\ kJ$

بالجمع

$CO + NO_2 \Longrightarrow CO_2 + NO \qquad \triangle H^0_r = -226.4kJ$

الطريقة الثانية : طريقة مجموع الانثالبيات :

$CO + NO_2 \Longrightarrow CO_2 + NO$

$$r = \sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H^0 f_{(R)} = [? + (-393)] - [-110 + 34]$$

هنا نحتاج الى $\Delta H^0 f$ لـ NO يمكن ان نجدها من خلال المعادلتين المعطاة في السؤال مع قسمة المعادلة الثانية على 2 وقلب المعادلة الثانية وقسمتها على 2 :

يبقى فقط $\frac{1}{2}O$

$-N_2 + O_2 \Longrightarrow NO_2 \qquad \triangle H^0_r = \frac{67.6}{2} = 33.8kJ$

$NO_2 \Longrightarrow NO + \frac{1}{2}O_2 \qquad \triangle H^0_r = \frac{+114}{2} = +57\ kJ$

بالجمع

$-N_2 + \frac{1}{2}O_2 \Longrightarrow NO \qquad \triangle H^0_r = 90.8KJ$

$$H\ r \sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H^0 f_{(R)} = [90.8 + (-393)] - [-110 + 34] =$$

العمليات التلقائية هي العمليات الفيزيائية او الكيميائية التي يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي .

امثلتها :

١. سقوط الماء من الشلال . ٢. انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد . ٣. ذوبان قطعة من السكر . ٤. انجماد الماء النقي تلقائيا تحت 0^0C . ٥. يصدا الحديد عندما يتعرض للرطوبة والاوكسجين . ٦. تمدد الغاز في الاناء المفرغ من الهواء .

السبب في ذلك : جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية يعني ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام يعني **الباعثة** وهذا ما يوضح كل الامثلة اعلاه :

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \triangle H^0_r = -890\ KJ$

$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \triangle H^0_r = -56\ KJ$

العمليات غير التلقائية هي العمليات الفيزيائية او الكيميائية التي لايمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة الا بتأثير عامل خارجي .

امثلتها :

١.صعود الماء من اسفل الشلال الى اعلاه. ٢. انتقال الحرارة من الجسم البارد الى الجسم الحار .
٢. تجمع قطع السكر الذائبة من جديد . ٤. انصهار الجليد النقي فوق 0^0C . ٥. يرجع الحديد المتصدأ من جديد . ٦. تجمع الغاز المتمدد من جديد .

س / هل ان جميع التفاعلات التلقائية دائما باعثة للحرارة ؟

ج / كلا . ليس دائما . لان هنالك بعض التفاعلات او التغيرات تكون ماصة للحرارة مثل : انصهار الجليد وذوبان كلوريد الامونيوم وتفكك اوكسيد الزئبق وانصهار الجليد في درجات الحرارة الاعتيادية وتبخر الماء ، ومن ذلك يمكننا ان نقول لانستطيع ان نقرر فيما اذا كان التفاعل باعثاً او ماصاً للحرارة من غير ان نعرف دالة ثرموداينمكية جديدة تعرف **بالانتروبي** .

$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \quad \triangle H^0_r = +14\ KJ$

$2HgO_{(S)} \longrightarrow 2Hg + O_{2(g)} \quad \triangle H^0_r = +91\ KJ$

$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \triangle H_{fus} = +6\ KJ$

$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \quad \triangle H_{fus} = +44\ KJ$

الانتروبي هي مقياس للعشوائية او اللانتظام للنظام ، وهي دالة ثرموداينمكية تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية لنظام معين ويرمز لها بـ S ووحداتها هي J/K.mol .

$$\triangle S_{\text{التغير في الانتروبية}} = S_{f\ \text{النهائية}} - S_{i\ \text{الابتدائية}}$$

كل العمليات التلقائية تصاحبها زيادة في الانتروبية كما في :

١. عملية الذوبان تكون ايونات في المحاليل المائية مما يزيد من العشوائية او اللاانتظام فذوبان المواد الصلبة مثل السكر يعمل على تكسر النظام البلوري للسكر مما يزيد من العشوائية او اللاانتظام (ولكن لهذه النقطة استثناء انظرها بعد هذه النقاط) .
٢. تبخر الماء السائل يزيد عدم انتظام الجزيئات مما يزيد العشوائية او اللاانتظام .
٣. عمليات الانصهار تعمل على كسر النظام البلوري بعدما كانت الجزيئات في الحالة الصلبة محصورة في مواقع معينة تتحرك خارج الشبكة البلورية مما تزيد من العشوائية او اللاانتظام .
٤. التسخين يعمل على زيادة حركات الجزيئات مما يزيد من العشوائية او اللاانتظام .
٥. التسامي يزيد من الانتروبية لانه سيبعد من المسافات بين الجزيئات لانه يحول المواد من الحالة الصلبة الى الغازية يعني من التماسك الى البعثرة مما يزيد منها .
٦. التبلور يقلل من الانتروبية نتيجة اعادة تشكيل النظام البلوري .
٧. الاستخلاص يعني التحرر ومما سيزيد من الانتروبية .
٨. التفكك يزيد من الانتروبية .
٩. التجزؤ يزيد من الانتروبية .
١٠. تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة او الغازية تزيد من العشوائية او اللاانتظام ، والحالة الغازية هي اكثر الحالات عشوائية او الانتظام . $\triangle S_{(g)} > \triangle S_{(l)} > \triangle S_{(s)}$.

ملاحظة او استثناء لنقطة رقم ١ / ليس كل عمليات الذوبان تزيد من العشوائية او اللانتظام فمثلا ذوبان الغازات في السوائل تقلل من العشوائية او اللانتظام مثل ذوبان غاز CO_2 في المشروبات الغازية تقلل من العشوائية او اللانتظام .

ملاحظة : التكثيف يقلل من الانتروبية نتيجة تحول المادة من الحالة الغازية الى السائلة .

س / عملية اذابة المواد الصلبة الايونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl تزيد من الانتروبية ؟

ج / ان الزيادة في الانتروبية هنا تحدث نتيجة عاملين :
١. عملية تكوين المحلول (خلط المذاب والمذيب) .
٢. تفكك المركب الصلب الى الايونات .

علل / التسخين يزيد من الانتروبية ؟

ج / لانه يؤدي الى زيادة الحركات الانتقالية للجزيئات وكذلك الحركات الدورانية والاهتزازية .

حل تمرين 10

أ) **التكثيف** : هي عملية تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة وبما ان $\triangle S_{(l)} \quad < \triangle S_{(g)}$ هذا يعني ان حدث نقصان في الانتروبية حيث بعدما كانت المسافات متباعدة في الحالة الغازية اصبحت اقرب في الحالة السائلة .

ب) تكوين البلورات هي زيادة اقتراب البلورات من بعضها يعني نقصان في الانتروبية .

ج) التسخين يزيد من الحركات الانتقالية والدورانية مما يزيد من العشوائية او اللانتظام .

د) **التسامي** : هي عملية تحول المادة من الحالة الصلبة الى الغازية يعني ان المسافات ستزداد مما يزيد من العشوائية او اللانتظام .

حساب الانتروبي القياسي للتفاعلات الكيميائية يمكن ذلك من خلال القانون الاتي :

$$\Delta S^0 r = \sum nS^0{}_{(P)} - \sum nS^0{}_{(R)}$$

حل تمرين 11

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2F_2O_{3(s)}$$

$$\Delta S^0 r = \sum nS^0{}_{(P)} - \sum nS^0{}_{(R)}$$

$$= \sum 2(87) - \sum [4(27) + 3(205) = 174 - 723 = -549 J/K.mol$$

ملاحظة / راجع جدول 1-4 ولاحظ في قانون المجموع للانتروبية حتى العناصر الحرة والغازات لها قيم تجدها في الجدول .

طاقة كبس الحرة هي دالة ثرموداينمكية تصف الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس الانثالبي والانتروبي بثبوت درجة الحرارة والضغط ، ويرمز لها بـ $\triangle G$ وهي مؤشر حقيقي للتنبؤ بتلقائية او لاتلقائية التغيرات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية من خلال :

١. $\triangle G < 0$ فإن التفاعلات او التغيرات تلقائية .

٢. $\triangle G > 0$ فإن التفاعلات او التغيرات غير تلقائية .

٣. $\triangle G = 0$ فإن التفاعلات او التغيرات في حالة اتزان .

لمحة تاريخية عن $\triangle G$ تم وضعها من قبل العالم الامريكي كبس (جوزيه ويلارد غيبس) في العام 1800م تربط بين H و S دون الاعتماد عليهما على انفراد فهي تصف تلقائية التفاعلات من عدمها عن طريق معرفة الدالتين H و S .

طاقة كبس الحرة القياسية هي التغير في قيمة الطاقة الحرة عندما يجري تحت الظروف القياسية $(1atm , 25^0C)$ ويرمز لها بـ $\triangle G^0_r$ ، ويكن حسابها من خلال طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية التي يرمز لها بـ $\triangle G^0_f$ من خلال العلاقة الاتية :

$$\sum n\Delta G^0 f_{(P)} - \sum n\Delta G^0 f_{(R)}$$

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية باثبت صورها عند الظروف القياسية $(1atm , 25^0C)$ والتي يرمز لها بـ $\triangle G^0_f$.

حل تمرين 12

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

$$r = \sum n\Delta G^0 f_{(P)} - \sum n\Delta G^0 f_{(R)} = 2(52) - 2(87) = -$$

وبما ان الناتج سالب اذن التفاعل تلقائي .

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية: $\triangle G = \triangle H - T\triangle S$

تتأثر تلقائية التفاعل الكيميائي بعاملين هما :

١. يتجه التفاعل الى الحالة التي تكون فيها الانثالبي اقل ما يمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالات اذا كانت قيمة $\triangle H$ سالبة أي عندما يكون التفاعل باعث للحرارة .

٢. يتجه التفاعل الى التلقائية عندما تكون قيمة $\triangle S$ موجبة لأنها تقع ضمن $-T\triangle S$ فعندما تكون موجبة ستتحول $\triangle G$ الى سالبة لانها الموجب سيضرب بالسالب فتكون $\triangle G$ سالبة يعني تلقائية .

$\triangle H$	$\triangle S$	$\triangle G$	مثال
+	+	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة العالية . وعند درجات الحرارة المنخفضة يكون التفاعل تلقائياً في الاتجاه الخلفي .	$2HgO_{(s)} \rightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$
+	-	$\triangle G$ دائما موجبة ، يكون التفاعل غير تلقائي (يجري التفاعل تلقائياً بالاتجاه الخلفي) عند درجات الحرارة جميعها ز	$3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$
-	+	$\triangle G$ دائما سالبة يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة جميعها	$2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
-	+	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة المنخفضة . وعند درجات الحرارة العالية يصبح التفاعل تلقائياً بالاتجاه الخلفي	$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$

ملاحظات عن التعاليل الخاصه بعلاقه كبس

١.(عمليات الانصهار ، التبخير ، الغليان ، التسامي) هي عمليات **ماصه للحراره** $\triangle H=+$ ، وهي إيضا عمليات تزداد فيها **العشوائيه** $\triangle S=+$.

٢.(عمليات الانجماد ، التبلور ، التكثيف و الندى ، التصلب) هي عمليات **باعثه للحراره** $\triangle H=-$ ، وايضا تقل فيها **العشوائيه** $\triangle S=-$.

٣.حينما يقول مسبب انخفاض درجه الحراره المحلول اي العمليه ماصه . والعكس باعثه .

٤.(ذوبان صلب او سائل) زياده في الانتروبي وهي على الاغلب عمليات ماصه ، ذوبان غاز يقل الانتروبي هي عمليات **باعثه للحراره** .

٥.(تحلل ، تفكك) **ماصه للحراره** وزيادة **العشوائيه** ، اندماج **باعثه للحراره** تقل **العشوائيه** .

٦.اهم نقطه سواء قال العمليه تلقائيه يعني (يذوب – يتفكك – يتحلل) ، او غيرتلقائيه يعني (لا يذوب – لا يتفكك – لا يتحلل) نفترض حدوثها لكن ان قال تلقائيه $\triangle G=-$ ، وغير تلقائيه $\triangle G=+$.

٧.اذا تعطى في السؤال دائما قيم ($\triangle G$ ، $\triangle S$) وتكون على الاغلب متشابهة :

أ. اذا كانت (موجبة) يجب ان يكون الحد $T\triangle S$ اكبر من الحد $\triangle H$ و عليه يجب تسخين التفاعل الى اكثر من درجه حراره الاتزان .

ب. اذا كانت (سالبه) يجب ان يكون الحد $T\triangle S$ اصغر من الحد $\triangle H$ وعليه يجب تبريد التفاعل الى اقل من درجه حراره الاتزان .

اسئلة وزارية مهمة

س/ وز 2015 د1 / وز 2013 د3 / انصهار الجليد عملية تلقائية في الظروف الاعتيادية ؟ فسر ذلك على ضوء علاقة كبس .

الحل / التفاعل تقائي يجب ان يكون $\triangle G=-$ ، وبما انه عملية انصهار اذن يحتاج الى حرارة لاتمام التفاعل اذن $\triangle H=+$ ، وبما انه انصهار اذن تحوله من صلب الى سائل يعني سوف تزداد الانتروبية $\triangle S=+$:

$$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+)=+ < - = -$$

س/ وز 2014 د1 / عملية انجماد الماء غير تلقائية في الظروف الاعتيادية ؟ فسر ذلك على ضوء علاقة كبس .

الحل / التفاعل غير تلقائي يجب ان يكون $\triangle G=+$ ، وبما انه عملية انجماد اذن التفاعل باعث $\triangle H=-$ ، وبما انه انجماد اذن تحوله من سائل الى صلب يعني سوف تقل الانتروبية $\triangle S=-$:

$$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = - - (-)= - < + = +$$

س/ تمهيدي 2014 / ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة ؟ فسر ذلك على ضوء علاقة كبس .

الحل / التفاعل التلقائي يجب ان يكون $\triangle G=-$ ، وبما انه ذوبان اذن يحتاج الى حرارة لاتمام العملية اذن $\triangle H=+$ ، وبما انه ذوبان ان تحوله من صلب الى سائل يعني سوف تزداد الانتروبية $\triangle S=+$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + < - = -$

التفاعل تلقائي لكن بزيادة درجة الحرارة لكي تكون $\triangle H < T\triangle S$.

س/ تفاعل باعث للحرارة وفي مستوى عالي من الانتروبية هل يكون التفاعل باعث في جميع درجات الحرارة .

الحل / التفاعل التلقائي يجب ان يكون $\triangle G=-$ ، وبما انه باعث للحرارة اذن $\triangle H= -$ ، وبما انه مستوى عالي من الانتروبية اذن $\triangle S=+$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = - - (+) = - \quad - = -$

اذن هو تلقائي في جميع درجات الحرارة .

س/ يستخلص السيلكون باختزاله أوكسيده ، حسب التفاعل الماص للحرارة فسر تلقائية التفاعل :

$SiO_{2(s)} + C_{(s)} \longrightarrow Si_{(s)} + 2CO_{(g)}$

الحل / التفاعل التلقائي يجب ان يكون $\triangle G=-$ ، وبما انه ماص للحرارة اذن $\triangle H=+$ ، وبما انه تم استخلاصه يعني تحرره من اوكسيده اذن ستزداد الانتروبية $\triangle S=+$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + \quad - \quad = + < - = -$

اذن التفاعل يحتاج الى زيادة في درجات الحرارة .

س/ وز 2016 تمهيدي / وز2016 خارج العراق / لايحصل تفكك كاربونات الكالسيوم في درجات الحرارة الاعتيادية ؟ فسر ذلك وفق علاقة كبس .

الحل / التفاعل غير تلقائي فيجب ان يكون $\triangle G=+$ ، وبما انه ماص للحرارة اذن $\triangle H=+$ ، وبما انه تفكك اذن ستزداد الانتروبية $\triangle S=+$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + \quad - \quad = + > - = +$

غير تلقائي لان $\triangle G=+$ لان في درجات الحرارة الاعتيادية .

س / بين متى يكون لزيادة درجة الحرارة تأثير على تلقائية وعدم تلقائية التفاعل بالاستناد الى علاقة كبس ؟

الحل /

اولاً : نفترض ان التفاعل ماص للحرارة لذا $\triangle H=+$ ، وان الانتروبية عالية $\triangle S= +$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + \quad - \quad = + <- =-$

يكون التفاعل تلقائي برفع درجة الحرارة ، وغير تلقائي بخفض درجة الحرارة .

ثانياً : نفترض ان التفاعل باعث للحرارة لذا $\triangle H = -$ ، وان الانتروبية قليلة $\triangle S = -$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = - - (-) = - \quad + \quad = - > + = +$

يكون التفاعل تلقائي بخفض درجة الحرارة ، وغير تلقائي برفع درجة الحرارة .

س/ لا يتجزأ الماء في درجة الحرارة الاعتيادية ؟ فسر ذلك على ضوء علاقة كبس .

الحل / لا يتجزأ اذن التفاعل غير تلقائي التفاعل فيجب ان يكون $\triangle G = +$ ، وبما انه باعث للحرارة اذن $\triangle H = +$ ، وبما انه لا يوجد تجزؤ اذن ستقل الانتروبية $\triangle S = -$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (-) = + \quad + \quad = \quad +$ لذا فهو غير تلقائي

س/ على ضوء علاقة كبس تتفاعل الامونيا مع غاز كلوريد الهيدروجين عند درجات الحرارة الاعتيادية ؟

الحل /

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

الحل / التفاعل التلقائي يجب ان يكون $\triangle G = -$ ، وبما انه تفاعل اتحاد او انه تفاعل تحول من غاز الى صلب اذن باعث للحرارة اذن $\triangle H = -$ ، وبما انه قل عدد المولات اذن ستنخفض الانتروبية $\triangle S = -$:

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = - - (-) = + \quad + \quad = - > + = -$

اذن التفاعل يحتاج الى زيادة في درجات الحرارة .

س/ يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائيا عند درجات الحرارة جميعها . علل وفق علاقة كبس ؟

الحل /

ويمكن استخدام العلاقة الاتية عندما تكون الدوال $\triangle S$, $\triangle H$ في الظروف القياسي وهي 25^0C و $1atm$:

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r$$

حل تمرين 13 بما انه الدوال في الظروف القياسية اذن نستخدم العلاقة الاتية :

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r$$

ثم نقوم بتحويل التغير بالانتروبية القياسية من J الى KJ عن طريق تقسيمها على 1000 ، وكذلك نجد درجة الحرارة بالكلفن عن طريق : $T= t(c) + 273=25+273= 298\ K$

$$\triangle G^0_r = -3536 - 298(\frac{374}{1000})=-3536-111.452 \cong -3647.5\ KJ/mol$$

حل تمرين 14

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r$$

نقوم بتحويل التغير بالانتروبية القياسية من J الى KJ عن طريق تقسيمها على 1000 ، وكذلك نجد درجة الحرارة بالكلفن عن طريق : $T= t(c) + 273=25+273= 298\ K$

$$\triangle G^0_r = 16 - 298(\frac{234}{1000})=16-69.732= - 53.732\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي لان اشارة $\triangle G^0_r$ سالبة .

حساب الانتروبي للتغيرات الفيزيائية

تعلمنا سابقا انه عند الاتزان فإن $\triangle G=0$ كما في : $\triangle G = \triangle H - T\triangle S$

فإذا اخذناها بدلالة الانتقال فعند الاتزان ستصير :

$$0 = \triangle H_{tr} - T\triangle S_{tr} \rightarrow \triangle H_{tr} = T\triangle S_{tr} \rightarrow \triangle S_{tr} = \frac{\triangle H_{tr}}{T_{tr}}$$

و tr = تعني انتقال ، فاذا اخذنا العلاقة الاخيرة واخضعناها للانتقال :

١. من الحالة الصلبة الى السائلة (عملية الانصهار) سينتج :

$$\triangle S_{fus} = \frac{\triangle H_{fus}}{T_m}$$

حيث ان fus= fusion انصهار ، و T_m = درجة الانصهار .

٢. من الحالة السائلة الى الغازية (عملية التبخر) سينتج :

$$\triangle S_{vap} = \frac{\triangle H_{vap}}{T_b}$$

حيث ان vap=vaporization تبخر . ، و T_b = درجة الغليان .

٣. من الحالة الصلبة الى الغازية (عملية التسامي) سينتج :

$$\triangle S_{sub} = \frac{\triangle H_{sub}}{T_s}$$

حيث ان sub=sublimation تسامي . ، و T_s= درجة التسامي .

حل تمرين 15

$\triangle S_{vap} = \frac{\triangle H_{vap}}{T}$ = ____ ____ ____

علاقة تروتن : وهي علاقة خاصة بالسوائل فقط حيث لاحظ العالم ان $\triangle S_{vap}$ لأغلبها قيمة ثابتة هي :

$\triangle S_{vap}$ ____ $\triangle$ ____

س١/ وز 2016 د1 وز2014 د1 وز 2014 د2 نازحين / ان قيمة التغير بالانتروبي لتبخر الماء في درجة غليانه = ... علماً ان حرارة تبخر الماء $\triangle H_{vap}$ = 44KJ/mol ؟

الحل / درجة تبخر الماء = $273 + 100^0C$ = 373 K

$\triangle S_{vap}$ $\triangle$____ $= \frac{44}{373} = 0.117 KJ/K.mol \rightarrow \triangle S_{vap} =$ = 117J\K.mol

س٢/ احسب $\triangle S_{fus}$ لانصهار الجليد بوحدات J/K.mol عندما يكون في حالة توازن مع سائله علما ان $\triangle$ ؟

الحل / درجة انصهار الجليد = $0\ ^0C$

$\triangle S_{fus}$ $\triangle$____ ____ ____ ____

س٣/ اذا علمت ان $\triangle H_{vap}$ للبنزين = 30.14 KJ/K.mol وان قيمة $\triangle S_{vap}$ له = 88.2J\K.mol ، فاحسب درجة غليانه عند الاتزان مع سائله ؟ ج / $80C^0$

س٤/ احسب درجة غليان الامونيا عندما تكون في حالة اتزان مع بخار الامونيا علماً ان انثالبي التبخر للأمونيا = 23KJ/mol وانتروبي التبخر = 97.2J/K.mol ؟ ج / $-36.3C^0$

بعض الاسئلة وحلولها

س١/ وز 2015 د1/ هل يحدث التفاعل $CO_2 + 2H_2O \Longleftarrow CH_4 + 2O_2$ تلقائياً عند الظروف القياسية وفق الجدول الاتي :

المادة	$\Delta H^0 f$ KJ/mol	S^0 J/K.mol
H_2O	−286	70
CH_4	−75	186
O_2	0	205
CO_2	−394	214

الحل / اولا : نجد :

$$= \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)} = [214 + 2(70)] - [186 + 2(205)]$$

$= 354 - 596 = -242 J/K.mol$ نحوله الى ____ ____

ثانياً : ثم نجد :

$$r = \sum n\Delta G^0 f_{(P)} - \sum n\Delta G^0 f_{(R)} = [2(-286) + (-394) - (-75) + 2(0)$$
$$= -966+75= -891\ KJ$$

ثالثاً : نطبق العلاقة الاتية :

$\triangle G^0{}_r = \triangle H^0{}_r - T\triangle S^0{}_r = -891\ -298\ (-0.242) = -891+72.116 = -818.8\ KJ$

س٢/ وز 2016 د2 / التفاعل الاتي : $C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \Longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

ومن المعلومات الاتي احسب : ١) $\triangle H^0{}_r$. ٢) $\triangle S^0{}_r$. ٣) $\triangle G^0{}_r$ عند الظروف القياسية .

المادة	$\Delta H^0 f$ KJ/mol	S^0 J/K.mol
C_2H_2	227	201
O_2	0	205
CO_2	−394	214
H_2O	−286	70

ج / $\triangle H^0{}_r = -1301 KJ/mol$ ، $\triangle S^0{}_r = 0.2255 KJ/k.mol$ ، $\triangle G^0{}_r = -1365 KJ/mol$

س٣/ وز 2015 د1 نازحين / التفاعل الغازي الاتي : $2H_2 + O_2 \Longrightarrow 2H_2O$ وجد ان قيمة $\triangle S^0{}_r$ له $= -94 J/K.mol$ وقيمة $\triangle G^0{}_f$ له $= -228 KJ/mol$ ، احسب $\triangle H^0{}_f$ لـ H_2O له ؟

ج / $-242 KJ/mol$

س٤/ وز 2014 تمهيدي / هل التفاعل تلقائي عند درجة حرارة 25^0C وضغط 1atm ؟ أذ علمت ان $\triangle H^0 = 2KJ/mol$ و $\triangle S^0 = 113 J/K.mol$ فإذا لم يكن تلقائياً عند درجة حرارة 25^0C وضغط 1atm فبأي درجة حرارة يكون تلقائياً ؟

ج / $-31.674\ KJ/mol$

س٥/ وز 2014 د2 نازحين / احسب $\triangle G^0{}_r$ للتفاعل الاتي عند درجة حرارة 25^0C وضغط 1atm : $C_2H_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \Longrightarrow 2CO_2 + 3H_3O_{(l)}$ حيث تم حساب $\triangle H^0{}_r$ للتفاعل من قيم انثالبي التكوين القياسية فكانت تساوي $-1368 KJ/mol$ وكذلك تم حساب $\triangle S^0{}_r$ وكانت تساوي $-0.138 KJ/K.mol$ فهل التفاعل تلقائي ام لا ؟

ج / $-1326.8 KJ/mol$

س٦/ وز 2014 د2 / احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين أحادي اوكسيد الكاربون (CO) للتفاعل الغازي الاتي : $2CO + O_2 \Longrightarrow 2CO_2$ بدرجة حرارة $25C^0$ وضغط 1atm إذا علمت ان $\triangle S^0{}_r$ للتفاعـــــــل $= -173 J/K.mol$ وأن $\triangle H^0{}_r = -566 KJ$ وأن $\Delta G^0 f$ لـــــــــ CO_2 $= -394 KJ/mol$ ؟

ج / $-136.8\ KJ/mol$

س٧/ وز 2015 د2 / تفكك كاربونات الكالسيوم عند درجة حرارة 398K على وفق المعادلة الاتية :

$CaCO_{3(S)} \Longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$

قيمة $\triangle S^0{}_r$ للتفاعل $= 160 J/K.mol$ فإذا علمت ان $\triangle H^0{}_f$ لكل من :

CO_2=-393.5 و CaO=-635 و $CaCO_3$=-1207 بوحدات KJ/mol جد $\triangle G^0_r$ للتفاعل .

ج / 47.68 KJ/mol

س٨/ التفاعل $C_{(s)}$ + $CO_{2(g)}$ ⟹ $2CO_{(g)}$ احسب انتروبي غاز CO_2 في الجدول حسب المعلومات المبينة فيه ؟ ثم بين هل ان التفاعل تلقائي ؟ اهو ماص ام باعث للحرارة .

المادة	$\Delta G^0 f$ KJ/mol	$\Delta H^0 f$ KJ/mol	S^0 J/K.mol
CO	-137.3	-110.5	198
CO_2	-394.4	-393	?
C	-0	0	6

ج / التفاعل تلقائي لان -119.8KJ وهو باعث للحرارة لان الاشارة سالبة -172KJ

س٩/ تنبأ بتلقائية او لا تلقائية التفاعل عندما يكون في درجة حرارة (25^0C ، 1atm) وان لم يكن تلقائي فباي درجة حرارة يكون تلقائي ؟ اذا علمت ان $\triangle S$=60J/K.mol ، $\triangle H$=22KJ/mol .

ج / 366.6 K

س١٠/ احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين غاز CO للتفاعل :

$2CO_2$ ⟹ $2CO_{(g)}$ + $O_{2(g)}$ عند درجة 25^0C وضغط 1atm اذا علمت ان $\triangle S^0_r$= -173J/k.mol و $\triangle H^0_r$ = -566KJ/mol وان $\triangle G^0_{f(CO2)}$ = -394KJ/mol ؟

ج / -137KJ/mol



حلول اسئلة الفصل الاول

س١ / راجع الفصل الاول .

س٢ /

KJ\mol	طاقة كبس الحرة	J/K.mol	الانتروبي	KJ/mol	الانثالبي

س٣ و ٤ و ٥ راجع الفصل الاول

س٦ /

السعة الحرارية	الحرارة النوعية
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها m غرام من مادة درجة سيليزية واحدة .	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها واحد غرام من مادة درجة سيليزية واحدة .
خاصية شاملة	خاصية مركزة
تقاس بوحدة $J\backslash{}^0C$.	تقاس بوحدة $J\backslash g{}^0C$.

س٧ و ٨ / راجع الفصل الاول .

س٩ / $C = \zeta . m \quad \rightarrow \quad \zeta = \frac{86}{360} = 0.24 \frac{J}{g.{}^0C}$

س١٠ / $q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow q = 0.39 \times 6 \times 103 = 241.02 \frac{J}{1000} = 0.241\ KJ$

س١١ / $q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow q = 0.14 \times 350 \times 65 = -3185 \frac{J}{1000} = -3.2\ KJ$

س١٢ / $q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow q = 2.44 \times 34 \times 54 = 4479.8\ J$

س١٣ / وز 2016 تمهيدي /

$q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow 5700 = \zeta \times 155 \times 15$ —— ——

س١٤ / $q = \zeta . m_{(g)} . \triangle T \rightarrow 276 = 0.13 \times 4.5 \triangle T \quad \triangle T$ —— ${}^0C$

$\triangle T = T_f - T_i \qquad = T_f - 25 \qquad T_f = 496.8\ {}^0C$

س١٥ /

$$\sum n\Delta H^0 f_{(P)} - \sum n\Delta H^0 f_{(R)} = [2(-393.5) - 2(-110.5)]$$

$$\sum nS^0{}_{(P)} - \sum nS^0{}_{(R)} = [2(214) - (2(198) + 205)]$$

——

$\triangle G^0{}_r = \triangle H^0{}_r - T\triangle S^0{}_r = -566 - 298(-0.173) = -514.4KJ$

س١٦ / $q = C . \triangle T = 2.4 \times 0.12 = 0.288KJ \times 1000 = -288J$

س١٧ / $q = \zeta_{(\frac{J}{0})} \cdot m_{(g)} \cdot \triangle T_{(^0C)} \rightarrow$ $q = 4.2 X750X4 = -12600$

n= —   —

$\triangle H = q_p =$ ———   —

س١٨ / راجع الفصل الاول .

س١٩ / وز 2016 **خارج العراق** /

$C_2H_2 + -O_2 \Rightarrow 2CO_2 + H_2O$

n= —   —

$\triangle H = q_p =$ ——

$= \sum (P) \sum (R)$ $[2(- \quad 5) + (-286) \quad 2]$

$= 227$ KJ/mol

س٢٠ / $\triangle H^0_r = \triangle H^0_f$ X (n)عدد المولات المادة المتكونة

$-3340 = \triangle H^0_f$ X 2 $\triangle H^0_f$ ——

$\triangle H^0_r = \triangle H^0_C$ X n $\triangle H^0_C \frac{-3340}{4} = -835$ KJ/mol

س٢١ / نقلب المعادلة الاولى ونضربها في ٢ مع مراعاة تغيير الاشارة :

$4HCl_{(g)} \Rightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)}$ $\triangle H^0_r = 2 \times +185 = +370$ KJ

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \Rightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\triangle H^0_r = -484$ KJ

بالجمع

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \Rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\triangle H^0_r = -484+370 = -114$ KJ

س٢٢ / نقلب المعادلة الاولى ونضربها في ٢ :

$2NO_{2(g)} \Rightarrow N_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ $\triangle H^0_r = 2 \times -33 = -66$ KJ

$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \Rightarrow N_2O_{4(g)}$ $\triangle H^0_r = 11$ KJ

بالجمع

$2NO_{2(g)} \Rightarrow N_2O_{4(g)}$ $\triangle H^0_r = 11 + (-66) = -55$ KJ

س٢٣ / نقلب المعادلة الاولى وضربها في ٣ ونقلب المعادلة الثالثة ونضربها في ٤ مع مراعاة تغير الاشارات :

$3Fe_{(s)} + 3H_2O_{(g)} \Rightarrow 3FeO_{(s)} + 3H_{2(g)}$ $\triangle H^0_r = 3x-25 = -75KJ$

$3FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \Rightarrow Fe_3O_{4(s)}$ $\triangle H^0_r = -318$ KJ

$$H_2O_{(g)} \Rightarrow H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad \triangle H^0_r = +242\ KJ$$

بالجمع

$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \Rightarrow Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)} \quad \triangle H^0_r = -75-318+242 = -151\ KJ$$

س٢٤ / وز 2015 د2 /

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(P)} - \sum n\Delta H^0f_{(R)} = [-393.5 + (-635) - (-1207)] = +178.5\ KJ$$

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r = = +178.5 - 298\left(\frac{160}{1000}\right) = +130.8\ KJ$$

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r \rightarrow 0 = 178.5 - T(0.16) \rightarrow T = \frac{178.5}{0.16} = 1115.6$$ اكبر من

س٢٥ /

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(P)} - \sum n\Delta H^0f_{(R)} = [2(135) + 6(-242) - 2(-46) + 2(-75)$$

$$= (+270-1452)-(-92-150) = -1182+242 = -940\ KJ$$

س٢٦ / وز 2015 تمهيدي خارج القطر /

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(P)} - \sum n\Delta H^0f_{(R)} \rightarrow -180 = 2(-43) + 4Z - 4(-174) - (-2984)$$

$$-180 = -86+4Z+696+2984 \quad \rightarrow \quad Z = \Delta H^0f\ HPO_3 = \frac{-3774}{4} = -943.5\ KJ/mol$$

س٢٧ /

$$\Delta S^0r = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)} = 2(193) - (192 + 3(131)) = -199\ \frac{J}{K.mol}$$

س٢٨ / راجع الفصل الاول .

س٢٩ / أ. تلقائية . ب. غير تلقائية . ج. تلقائية . د. غير تلقائية .

س٣٠ / راجع الفصل الاول .

س٣١ / وز 2015 تمهيدي /

$$\triangle G^0_r = \triangle H^0_r - T\triangle S^0_r \quad \rightarrow \quad 2(-228) = 2(-242) - 298\triangle S^0_r$$

$$\triangle S^0_r = \frac{228}{298} = 0.094\frac{KJ}{K.mol}\ X1000 = -94\ \frac{J}{K.mol}$$

س٣٢ /

$$\Delta S^0r = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)} = [42 + 2(70) - 206 + 2(205)] = -434\ \frac{J}{K.mol}$$

س٣٣ /

$$\Delta S^0r = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)} \rightarrow 137 = [3(205) - 2y] \rightarrow y = \frac{478}{2} = 239\ \frac{J}{K.mol}$$

س٣٤ / راجع الفصل الاول .

س٣٥ /

$CO + 1/2O_2 \Rightarrow CO_2 \qquad \triangle H^0_r = -284\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2O_2 \Rightarrow H_2O \qquad \triangle H^0_r = -286\ KJ/mol$

$CH_3OH + 3/2O_2 \Rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \triangle H^0_r = -727\ KJ/mol$

نضرب المعادلة رقم 2 في 2 ، ونقلب المعادلة رقم 3 :

$CO + 1/2O_2 \Rightarrow CO_2 \qquad \triangle H^0_r = -284\ KJ/mol$

$2H_2 + O_2 \Rightarrow 2H_2O \qquad \triangle H^0_r = -286x2=-572\ KJ/mol$

$CO_2 + 2H_2O \Rightarrow CH_3OH + 3/2O_2 \qquad \triangle H^0_r = +727\ KJ/mol$

بالجمع

$CO + 2H_2 \Rightarrow CH_3OH \qquad \triangle H^0_r = -129\ KJ$

س٣٦ /

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S \qquad 0 = \triangle H - T\triangle S \longrightarrow 0=126-T(\frac{48}{1000})$

$0.048\ T = 126 \quad \rightarrow \quad T= ——$

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S \qquad 0 = \triangle H - T\triangle S \longrightarrow 0=-12-T(\frac{-105}{1000})$

$+12=+0.105\ T \quad \rightarrow \quad T= ——$

س٣٧ /

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S=11-298(0.03)=+2.06\ KJ/mol$

بما ان الاشارة الموجبة اذن التفاعل غير تلقائي ، ومن اجل جعله تلقائيا نأخذ القانون نفسه مع حساب درجة الحرارة على افتراض انها مجهولة وان الطاقة الحرة = 0 عند الاتزان :

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S \quad \rightarrow \quad 0 = \triangle H - T\triangle S$

$0=11-T(0.03) \rightarrow T= \frac{11}{0.03} = 366.6\ K$

.٢

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S=2-298(0.113)=-31.6$ بما ان الاشارة سالبة اذن التفاعل تلقائي

س٣٨ / وز 2015 د1 / وز 2014 د2 نازحين /

١. التفاعل تلقائي فيجب ان يكون $\triangle G=-$.

وبما انه انصهار اذن التفاعل ماص للحرارة فان $\triangle H=+$.

وبما انه يوجد تفكك اذن ستزداد الانتروبية $\triangle S= +$.

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+)=+ \ - \ = + < - = -$

٢. / وز 2015 د2 /

لا يتحلل اذن التفاعل غير تلقائي التفاعل فيجب ان يكون $\triangle G=+$.

ويما انه تحلل اذن ماص للحرارة اذن $\triangle H=-$.

ويما انه تحلل اذن ستزداد الانتروبية + $\triangle S=$.

لذا فهو غير تلقائي $\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + > - = +$

٣. بما ان عملية الذوبان تلقائية اذن $\triangle G=-$.

وكذلك التفاعل باعث للحرارة اذن $\triangle H=-$.

وعملية الذوبان في الماء تقلل من الانتروبية $\triangle S= -$.

لذا فهو تلقائي $\triangle G = \triangle H - T\triangle S = - - (-) = - > + = -$

٤. التفاعل غير تلقائي فيجب ان يكون $\triangle G=+$.

ويما انه ماص للحرارة اذن $\triangle H=+$.

ويما انه تفكك وكذلك زيادة المولات اذن ستزداد الانتروبية $\triangle S= +$:

$$CaCO_{3(s)} \Longrightarrow CO_{2(s)} + CaO_{(s)}$$

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + - = + > - = +$

٥. عملية التفكك تلقائية اذن $\triangle G=-$.

وكذلك التفاعل ماص للحرارة اذن $\triangle H=+$.

وعلية التفكك تزداد فيها الانتروبية $\triangle S= +$.

$\triangle G = \triangle H - T\triangle S = + - (+) = + - = + < - = -$

الفصل الثاني / الاحتزان الكيميائي

التفاعل الكيميائي هو عملية تتحول فيها مادة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة الاصلية (المتفاعلة) ، والذي يمكن التعبير عنه بكتابة المعادلة الكيميائية الموزونة له ، وينقسم الى قسمين :

التفاعلات الكيميائية

التفاعلات غير الانعكاسية (التامة)

وز 2013 د 1

وهي التفاعلات التي يتم فيها استهلاك احد او جميع المواد المتفاعلة ولايكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها عند ظروف التفاعل نفسها ويرمز له بسهم باتجاه واحد (⇨) .

التفاعلات الانعكاسية (غير التامة)

وز 2015 تمهيدي

وز 2016 د2 خارج القطر

وهي التفاعلات التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية المتفاعلة ، ثم يكون للنواتج القدرة على تكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى ويرمز لها بسهمين متعاكسين (⇌) .

مثال على التفاعلات غير الانعكاسية :

$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \Rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

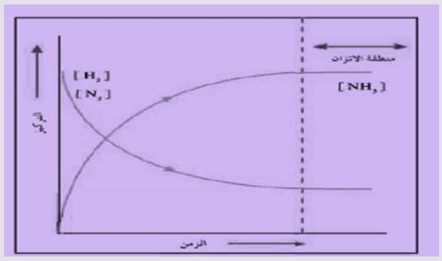
مثال على التفاعلات الانعكاسية :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

اغلب التفاعلات الانعكاسية هي تفاعلات باتجاهين متعاكسين بالظروف نفسها فمثلا : يتفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع غاز النتروجين N_2 لتكوين غاز الامونيا NH_3 بسرعة مقدارها R_f (R_f = Forward الامامي) وعند نفس الظروف تتحلل الامونيا لتكوين غازي (H_2 , N_2) التي نتجت عنهما بسرعة مقدارها R_b (R_b = Backward الخلفي) فيستمر كلا التفاعلين بالاتجاهين المتعاكسين حتى يصل التفاعل الى حالة معينة تتساوى عندها التفاعلين R_f الامامي = R_b الخلفي وهذا ما يسمى بالاتزان الكيميائي كما في المعادلة الاتية :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)}$$



حالة الاتـزان حالـة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية ، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير مال يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف .

علل / وز2013 د2 / تظهر التفاعلات الانعكاسية عند وصولها ال حالة الاتزان وكأنها متوقفة ؟

ج / لأنها في حالـة اتـزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) أي ان التفاعل مستمر بكلا الاتجاهين الامامي والخلفي بالمقدرة ذاتها .

علل / وز2015 د2 / التفاعلات غير الانعكاسية ذات ثابت اتزان كبيرا جداً ؟

ج / لانها تفاعلات تكون بالاتجاه الامامي أي نحو تكوين النواتج وان النواتج لا يكون لها القدرة على تكوين المتفاعلات من جديد فبذلك سيكون تركيز النواتج الى المتفاعلات كبير جدا وبما ان العلاقة طردية بينهما حتما سيكون ثابت الاتزان كبير جداً .

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في طور واحد فقط ومن امثلتها :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

$$HCOOH_{(l)} + CH_3OH_{(l)} \rightleftharpoons HCOOCH_{3(l)} + H_2O_{(l)}$$

$$Zn_{(s)} + S_{(s)} \rightleftharpoons ZnS_{(s)}$$

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد ومن امثلتها :

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$$

$$2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$$

$$2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$$

قانون فعل الكتلة / وز 2013 د2 / وز 2016 د2 / ينص على [عند ثبوت درجة الحرارة فإن سرعة التفاعل الكيميائي في أي اتجاها كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة] .

وعند تطبيق ذلك على التفاعل الاتي :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(g)}$$

يمكن التعبير عن سرعة التفاعل الامامي R_f وسرعة التفاعل الخلفي R_b رياضياً وحسب قانون فعل الكتلة كالاتي : $R_b = k_b [HI]^2$ .... $R_f = K_f [H_2] [I_2]$

فعند تساوي ثابتي السرعتين يكون $R_f = R_b$ حيث سيكون $K_f[H_2][I_2]=K_b[HI]^2$

فيمكن ايضا الكتابة بالشكل الاتي :

$$\frac{K_f}{K_b} \quad \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

وان قسمة القيمة $\frac{K_f}{K}$ سيعطي مقدار ثابت يعرف بثابت الاتزان K_{eq} (equilibrium وتعني اتزان) :

$$K_{eq} \quad \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

ثابت الاتـزان K_{eq} هو النسبة بين ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي (K_f) وثابت تناسب سرعة التفاعل الخلفي (K_b) او هو : حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع لاس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة وهي قيمة ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة .

وعند قياس التراكيز بالمولارية فإن ثابت الاتزان K_{eq} يرمز لـه بالرمز K_C (ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية حيث ان c من concentration وتعني تركيز) وهي قيمة بدون ثابت .

$$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

حل تمرين (1) :

س١/ فراغ وز 2016 د1 / تفاعل متزن لـه K_{eq}=3.2 وثابت سرعة التفاعل الامامي K_f=0.064 فإن سرعة التفاعل الخلفي K_b له = ... ؟

الحل / $K_{eq} = \frac{K_f}{K} \Longrightarrow 3.2 = \frac{0.064}{K} \rightarrow K_b = 0.02$

س٢/ فراغ وز 2015 د1 / تفاعل متزن سرعة التفاعل الامامي لـه = 0.036 وثابت سرعة التفاعل الخلفي له = 0.009 فإن ثابت الاتزان له = ... ؟

الحل / $K_{eq} = \frac{K_f}{K} = \frac{0.039}{0.009} = 4$

س٣/ وز 2014 د1 / تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي لـه = 0.0848 وثابت سرعة التفاعل الخلفي له = 0.02 فإن ثابت الاتزان له = ... ؟ ج / 4.24

وعندما تكون المواد المتفاعلة في حالتها الغازية يكون من السهولة قياس ضغوطها الجزيئية اكثر من قياس تراكيزها المولارية فيكون التعبير عن ضغط الغاز الجزئي (P) لذلك فإن ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية يرمز لـه K_p (K_p حيث P من Pressure وتعني ضغط) وكما في القانون الافتراضي الاتي :

$$K_p \quad \frac{P^2{}_{CO} \times P_{O_2}}{P^2{}_{CO}}$$

ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_p هو حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة وهي ثابتة بثبوت درجة الحرارة .

ملاحظة / تصلح ان تكون تعليل / في التفاعلات غير المتجانسة قيم المواد الصلبة الداخلة في التفاعل او الناتجة لاتدخل في حساب ثابت الاتزان كما في تفكك بيكاربونات الصوديوم (صودا الخبز) لاتدخل قيم البيكاربونات ولا الكاربونات في حساب ثابت الاتزان كما في المعادلة الاتية :

$$2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$$

فيكتب ثابت الاتزان بالصورة الاتية :

$$K_C = \frac{[Na_2CO_3][CO_2][H2O]}{[NaHCO_3]^2}$$

الجواب لذلك يمكن حذفها لأنها مواد صلبة يبقى تركيزها ثابتاً مهما تغيرت كمياتها حتى وان تغير الحجم فتكون على الشكل الاتي :

$$K_C = [CO_2][H_2O]$$

او بدلالة الضغوط الجزئية :

$$K_P = P_{CO2} \times P_{H2O}$$

حل تمرين (2)

$K_c \quad \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$	$K_p \quad \frac{P^2{}_{CO} \times P_{O_2}}{P^2{}_{CO_2}}$
$K_c \quad \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$	$K_p \quad \frac{P^2{}_{O_3}}{P^3{}_{O_2}}$
$K_c \quad \frac{[COCl_3]}{[CO][Cl_2]}$	$K_p \quad \frac{P_{COCl_2}}{P_{CO} \times P_{Cl_2}}$
$K_c \quad \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$	$K_p \quad \frac{P_{CO} \times P_{H_2}}{P_{H_2O}}$
$K_c \quad \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}$	$K_p \quad \frac{P^2{}_{SO_2}}{P^3{}_{O_2}}$
$K_c \quad \frac{[C6H5COO-][H+]}{[C6H5COOH]}$	لا يوجد K_P بسبب عدم وجود مواد غازية
$K_c \quad \frac{[NH_3]^2}{[NO_2]^2[H_2]^7}$	$K_p \quad \frac{P^2{}_{NH3}}{P^7{}_2 \times P^2{}_{NO_2}}$

حساب ثابت الاتزان K_{eq}

يمكن ايجاده من خلال قياس تراكيز جميع المواد المتفاعلة والناتجة عند وصول التفاعل الى حالة الاتزان ، وان قيمة ثابت الاتزان كمية ثابتة مهما تغيرت التراكيز للمواد المتفاعلة او الناتجة الابتدائية .

خطوات حل اسئلة ثابت الاتزان

١) نكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الغازي .

٢) نكتب تحتها التراكيز الابتدائية لها سواء أكانت معلومة القيم او مجهولة فنرمز لها باي رمز .

٣) نكتب تحتها التغير بالتراكيز الابتدائية (**الفرضية**) وهي الخطوة التي تحدد اتجاه التفاعل حيث تسبق بالإشارة السالبة **للمواد المتفاعلة** عندما يكون اتجاه التفاعل امامي وفق العبارات (المتفكك – المستهلك – مقدار الانخفاض – مقدار النقصان – المتحلل – المتفاعل – نقارن بين التراكيز الابتدائية والنهاية فإن كان نقصان نسبقها بالإشارة السالبة) ، او تسبق بالإشارة الموجبة عندما يكون اتجاه التفاعل خلفي وفق العبارة (مقدار الزيادة بالمادة المتفاعلة – وقد زادت بمقدار – او نقارن بين التراكيز الابتدائية والنهاية فإن كانت زيادة نسبقها بالإشارة الموجبة) .

٤) نكتب اسفل الفرضية حالة الاتزان النهائي التي يعبر ايضا (المتبقي – المتكون – الناتج) بالنسبة للمواد المتفاعلة او بالتكون بالنسبة للنواتج .

كتابة المعادلة الموزونة	المتفاعلات		النواتج
	H_2	Cl_2	$2HCl$
التراكيز الابتدائية	y	Z	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	y−X	Z−X	2X

نماذج على اسئلة الاتزان الكيميائي

١) معلومات جاهزة عند حالة الاتزان لاتحتاج الى الخطوات اعلاه وانما تطبيق مباشر فقط كما في :

حل تمرين (3)

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO]^2} = \frac{[0.002]}{[0.017]^2} = 6.92$$

٢) او يعطي ثابت الاتزان يمكن الاستفادة منه في استخراج التراكيز النهائية لخليط التفاعل كما في

حل تمرين (4) : ملاحظة / بما ان الحجم لتر واحد هذا يعني ان n=M

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	H_2	Br_2	2HBr
التراكيز الابتدائية	0.4	0.4	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	0.4−X	0.4−X	2X

$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \rightarrow 0.25 = \frac{[2X]^2}{[0.4-X]^2}$$

بالتجذير او فتح التربيع

0.5(0.4-X) = 2X → 0.2-0.5X=2X → 0.2=2.5X → X= 0.08M

وبتعويض قيمة X في التراكيز عند الاتزان نستخرج :

$[H_2]= [Cl_2] = 0.4 - 0.08 = 0.32M$ …… $[HBr]^2 = 2(0.08) = 0.16M$

٣) او يعطي التراكيز الابتدائية ويعطي معلومة يمكن الاستفادة منها في استخراج قيمة X كما في **تمرين (5)** حيث اعطى معلومة (نصف الغاز المتفكك) يمكن من خلالها استخراج المستهلك والذي يمثل قيمة مقدار التغير بالتراكيز (الفرضية) :

حل تمرين (5) : بما ان الحجم لتر واحد هذا يعني ان n=M

	المتفاعلات	النواتج	
كتابة المعادلة الموزونة	$2CO_2$	2CO	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8	0	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−2X	+2X	+2X
التراكيز عند الاتزان	0.8−2X	2X	2X

من معلومة تفكك نصف الغاز نستخرج المستهلك : $\frac{1}{2}$ X 0.8 = 0.4 قيمة المستهلك منها نستخرج قيمة X :

المستهلك = 2X ← 2X= 0.4 ← X=0.2mol ثم نعوض قيمة X في التراكيز عند الاتزان :

$[CO_2]= 0.8-2(0.2)=0.4mol$ ……. $[CO]= 2(0.2)=0.4mol$ … $[O_2]=0.2mol$

$$K_c = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} \rightarrow K_c = \frac{[0.4]^2[0.2]}{[0.4]^2} = 0.2$$

٤) او يعطي معلومة اخرى هي المتبقي والتي تمثل التراكيز عند الاتزان لإحدى المواد المتفاعلة كما في :

حل تمرين (6) / وز 2015 تمهيدي / بما ان الحجم لتر واحد هذا يعني ان n=M

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	$3H_2$	N_2	$2NH_3$
التراكيز الابتدائية	y	Z	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−3X	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	y−3X	Z−X	2X

نستخرج قيمة X من معلومة المستهلك ... 3X=0.3→X=0.1 ، ونستخرج تركيز $2NH_3$ ← = 2(0.1) = 0.2

ونستخرج التركيز الابتدائي لـ N_2 من معلومة المتبقي من N_2 Z-0.1=0.2 .... Z-X=0.2 .. Z=0.3 نعوضها في

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \rightarrow 200 = \frac{[0.2]^2}{[y-3X]^3[0.2]} \rightarrow y = 0.4\ M$$

س / مثال 6 / وز 2016 تمهيدي / في إحدى التجارب العملية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي = 0.025M ، احسب K_C :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

الحل / يجب تحول المولات الى المولاري :

$$M=\frac{n}{V} = \frac{0.625}{5} = 0.125M$$

	المتفاعلات	النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	N_2O_4	$2NO_2$
التراكيز الابتدائية	0.125	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	0.125−X=0.005	2X

من خلال معلومة المتبقي نجد X : $0.125-X=0.025 \rightarrow X=0.1M$

$[NO_2]==2(0.1)=0.2M$

$$K_c = \frac{[NO_3]^2}{[N_2O_4]}=\frac{[0.2]^2}{[0.025]}= 1.6$$

٥) او يعطي معلومة الضغط الكلي كما في **حل مثال** 7 :

	المتفاعلات	النواتج	
كتابة المعادلة الموزونة	$2SO_3$	$2SO_2$	O_2
التراكيز الابتدائية	3	0	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−2X	+2X	+X
التراكيز عند الاتزان	3−2X	2X	X

من معلومة الضغط الكلي يمكن استخراج قيمة X :

$P_T = P_{SO3} + P_{SO2} + P_{O2} \rightarrow \quad 4=3-2X+2X+X \rightarrow \quad X=1atm$

$[SO_3]=3-2X=3-2(1)=1atm$ .... $[SO_2]=2X=2(1)=2atm$ ...... $[O_2]=X=1atm$

$\frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]}$ $\frac{[2]^2[1]}{[1]}$

بعض الاسئلة وحلولها

س١/ في التفاعل الغازي الاتي : $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ في وعاء حجمه لتر تم وضع تراكيز متساوية من SO_2 و SO_3 وفي درجة حرارة معينة وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان المتغير في SO_2 هو نصف ما وضع في الاناء جد تراكيز خليط التوازن علماً بإن $K_C = 0.56$.

ج / $[SO_3]=0.4M$, $[O_2]=0.2M$, $[SO_2]=1.2M$

س٢/ تم خلط كمية من B ضعف كمية من A في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل الاتي : $C \rightleftharpoons A + B$ حالة الاتزان وجد ان المتبقي من A = 2mol و $K_C=1/6$ ، احسب التراكيز الاصلية لكل من A و B ؟

ج / 4 , 8 M

س٣/ في التفاعل الغازي : $2C \rightleftharpoons A + B$ في اناء حجمه لتر تم وضع 3mol من A,B مع 6mol من C وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان $[C]=[B]$ احسب K_C .

ج / 1

س٤/ في اناء حجمه لتر وضعت كميتين مختلفتين من A,B وعند الاتزان وجد ان جميع تراكيز المواد متساوية $3C \rightleftharpoons 3A + 2B$ احسب تركيز المواد قبل التفاعل علما ان $k_c = \frac{1}{9}$.

ج / $[B]=5M$, $[A]= 6M$

س٥/ في التفاعل الغازي الاتي : $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ وجد ان خليط الاتزان يحتوي على 2M من HBr مع كميات متساوية من H_2 , Br_2 ، وفي اناء اخر وبنفس درجة الحرارة خلطت نفس الكميات من H_2 , Br_2 مع 4M من HBr فوجد ان المتبقي من HBr = 3M جد قيمة K_C للتفاعل الاول ؟

ج / 4

س٦/ في التفاعل الغازي الاتي : $2HCl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2$ وضع في اناء حجمه لتر 2M من H_2 , Cl_2 مع 8M من HCl بدرجة حرارة معينة ، فعند الاتزان وجد ان مجموع H_2 , Cl_2 = 6M جد عدد مولات H_2 , Cl_2 الناتجة من تفكك مول من HCl بتركيز 6M في اناء اخر حجمه لتر ايضا بنفس درجة حرارة التفاعل اعلاه .
ج / $[H_2]=1.5mol$

س٧/ في التفاعل الغازي الاتي : $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ وضع في اناء حجمه لتر 3M من H_2 , I_2 مع كمية من HI وعند الاتزان تبقى 2M من H_2 جد تركيز HI الابتدائي علماً ان ثابت تفكك مول من HI = $\frac{1}{5}$.
ج / 8M

س٨/ التفاعل الغازي الاتي : $xC \rightleftharpoons aA + 2B$ وضع 0.2mol من A و 0.3 mol من B في اناء حجمه لتر وعند التوازن تفاعل 0.2mol من B وتكون 0.3mol من C وتبقى من A نصفه جد K_C للتفاعل ؟
ج / 27

س٩/ في التفاعل الغازي الافتراضي الاتي : $2C \rightleftharpoons A + 2B$ في اناء حجمه لتر وفي ظروف معينة وضع 5mol من A مع كمية من B وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان الخليط يحتوي على مولات من C ضعف عدد مولات B وان $K_C=1$ جد عدد مولات خليط التوازن وعدد مولات المادة B التي وضعت في الاناء ؟
ج / $[A] = 2M ... [B] = 1M ... [C] = 2M$

س١٠/ وضع 0.3 mol من الامونيا في اناء سعته لتر وبعد وصول التفاعل الغازي حالة التوازن وجد ان مجموع خليط التوازن = 0.5 mol احسب K_C $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ؟
ج / 0.27

س١١/ في التفاعل الغازي $2C \rightleftharpoons A + 3B$ وضعت كميات متساوية من A,B ضغط كل منهما 0.45 atm وبعد وصول التفاعل حالة التوازن وجد ان الضغط الكلي عند الاتزان = 0.7 atm . احسب K_P ؟
ج / 34

س١٢/ التفاعل $3C \rightleftharpoons A + 2B$ وضعت مولات من B ضعف مولات A في اناء حجمه لتر واحد وبعد وصول التفاعل حالة التوزان وجد أن المستهلك من B = 80% من مولاته الاولية أوجد ثابت اتزان التفاعل ؟
ج / 432

س١٣/ في التفاعل الغازي الاتي : $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$
وضعت مولات مختلفة من المتفاعلات في اناء سعته لتر واحد ، وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 = 0.3mol وما تبقى من N_2 = 0.2mol ، ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 الابتدائية ؟ علماً ان $K_C=200$.
ج / $[N_2]=0.3mol$ ، $[H_2] = 0.4mol$

س١٤/ للاطلاع / اذا كانت النسبة المئوية المولية لغاز CO_2 تساوي 12.5% من النظام الغازي المتزن الاتي : $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ عند 1000^0C وتحت ضغط كلي مقداره 20atm احسب Kp ؟
ج / 122.5

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_P , K_C

هنالك علاقة بينهما من خلال العلاقتين الاتيتين :

$K_P = K_C\ (RT)^{\Delta ng}$ …… or …… $K_c = K_p\ (RT)$

: هو الفرق بين عدد مولات المواد الناتجة والمواد المتفاعلة في حالتها الغازية فقط وفق الاتي :

$$= \sum n_{g(Products)} - \sum n_{g(Reactants)}$$

R = الثابت العام للغازات = 0.082 L.atm/K.mol .

درجة الحرارة يجب ان تكون بوحدة K حيث تحول اليها وفق العلاقة الاتية : $T(K)=t(^0C) + 273$

س / فراغ وز 2016 تمهيدي / تتوقف العلاقة بين K_C , K_P على قيمة ………. ؟

ج / **تتوقف العلاقة بين** K_C , K_P **على قيمة** Δng **وكالاتي** :

١) Δng = صفراً فإن قيمة $K_P = K_C$.

٢) Δng = قيمة موجبة فإن قيمة K_P اكبر من قيمة K_C .

٣) Δng = قيمة سالبة فإن قيمة K_P اصغر من قيمة K_C .

حل تمرين (7) نجد قيمة Δng من خلال :

نحول درجة الحرارة وفق الاتي : $T(K)=t(^0C) + 273 = 500+273=773$

نجد قيمة Δng من خلال : $\sum n_{g(P)} - \sum\ \ g_{(R)}$ $\qquad (3 + 1) = -2$

$K_C = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} \rightarrow \quad K_C = 1.5 \times 10^{-5}\ (0.082x773)^{(\quad)} = 0.06$

حل تمرين (8) نجد قيمة Δng من خلال $\sum n_{g(P)} - \sum\ \ g_{(R)}$

$K_P = K_C\ (RT)^{\Delta ng}$ ….. $K_P = 1.6\ (0.082x1273)$

$K_P = \frac{P^2{}_{CO}}{P} \rightarrow \quad 167.01 = \text{——}$

اسئلة وزارية

س١ / وز 2015 د2 / افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي : $NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$

عند درجة حرارة $27C^0$ ووجد ان قيم الضغوط الجزيئية للنواتج عند حصول الاتزان = 0.4 احسب كل من K_P , K_C للتفاعل ؟

الحل /

$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$

0.4 $\qquad$ 0.4

——————— $\qquad$ ——————

$K_c = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} \quad \rightarrow K_c = 0.16\ (0.082x300)^{-(2)}$

س٢/ التفاعل التالي عند درجة 300K ثابت اتزانه بدلالة التركيز المولاري = 0.25 وثابت اتزانه بدلالة الضغوط الجزئية = 6.16 $aA \rightleftharpoons 3B$ جد قيمة a ؟

الحل / $K_P = K_C\,(RT)^{\Delta ng}$ .....$6.16 = 0.25\ (0.082\times300)^{\Delta ng} \rightarrow$

$24.6 = 24.6^{\Delta ng} \rightarrow \Delta ng = 1 \rightarrow 1 = 3 - a \rightarrow a = 2$

س٣/ تفاعل فيه $\Delta ng = +1$ وعند وصوله لحالة الاتزان وجد ان $K_C = 10$ وان $K_P = 164$ احسب درجة حرارته ؟ ج / $T = 200K$

س٤/ للاطلاع / في التفاعل الغازي : $aA \rightleftharpoons 2C$ في اناء حجمه لتر وضعت كمية من A وفي درجة حرارية 300K وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان الكسر المولي للناتج = $\frac{2}{3}$ والضغط الكلي لخليط التوازن = 6atm جد ضغط وتركيز المادة A التي وضعت في الاناء علماً ان $K_P=8$ ؟

ج / M= 0.16M ، P_A =4 atm

س٥/ للاطلاع / وز 2000 د2 / عند وضع 0.8mol من غاز NO في اناء حجمه لتر واحد ورفع درجة الحرارة الى مقدار ثابت يتفكك نصف كمية الغاز مكونا خليط متزن للتفاعل الغازي الاتي الباعث للحرارة : $2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2$ ويخفض درجة الحرارة 10^0C تغيرت قيمة ثابت الاتزان بمقدار 0.24 ماعدد مولات NO عند الاتزان الجديد ؟ ج / 0.34mol

س٦/ في التفاعل الغازي الباعث للحرارة الاتي : $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$ وجد في اناء حجمه لتر انه يحتوي على مولات متساوية من H_2 و Cl_2 وضعف من HCl وان قيمة $K_C = 4$ تم تسخين خليط التوازن وجد ان التغير في قيمة الثابت = 3 والتغير في تركيز H_2 = 1M ، جد تراكيز المواد عند خليط التوازن الجديد ؟ ج / $[H_2][Cl_2] = 3M$ ... $[HCl] = 6M$

س٧/ في التفاعل الغازي الاتي : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ $K_C=2$

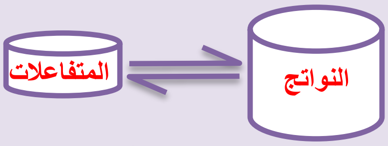
تم وضع مولات متساوي من SO_2 ، SO_3 ومولات اخرى من غاز O_2 وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان مقدار الانخفاض في غاز الاوكسجين = 0.5mol وان خليط الاتزان يتكون من مولات متساوية من O_2 ، SO_2 وضعفها من SO_3 جد تراكيز الغازات الابتدائية ؟ ج / (3,3,2,5)M

س٨/ التفاعل الغازي الاتي : $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ وضع 2mol من كل من (A_2,B_2) في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل حالة التوازن في درجة حرارة معينة وجد ان ثابت تفكك مول واحد من AB=0.5 ، احسب تركيز AB عند اضافة 1mol من كل من B_2,A_2 في التفاعل ؟ ج / 3M

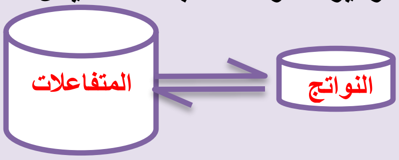
اهمية ثابت الاتزان
لمعرفته اهمية تكمن في :

اولاً : تحديد اتجاه التفاعل
حيث يمكن من خلال قيم ثابت الاتزان تحديد اتجاه التفاعل وحسب الاتي :

١. اذا كانت قيمة الثابت > 1 فيدل هذا ان تراكيز المواد الناتجة > تراكيز المواد المتفاعلة مما يدل على ان التفاعل يسير باتجاه التفاعل الامامي تقريبا. .



٢. اذا كانت قيمة الثابت < 1 فيدل هذا ان تراكيز المواد المتفاعلة > تراكيز المواد الناتجة مما يدل على ان التفاعل يسير بالاتجاه التفاعل الخلفي تقريبا .



٣. اذا كانت قيمة الثابت = 1 فيدل هذا ان تراكيز المواد الناتجة = تراكيز المواد المتفاعلة مما يدل على ان اتجاه التفاعل امامي .

حل تمرين (9)
١. التفاعل خلفي لان ثابت الاتزان اقل من الواحد الصحيح .

٢. التفاعل متزن لان ثابت الاتزان تقريبا يساوي الواحد الصحيح .

٣. التفاعل امامي لان ثابت الاتزان اكبر بكثير من الواحد الصحيح .

ثانياً : بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة
القاعدة الاولى اذا عكس اتجاه التفاعل فيجب قلب ثابت الاتزان الاول ، كما في :

حل تمرين (10) نستخرج K_C من خلال استغلال وجود قيمة K_P :

نحول درجة الحرارة وفق الاتي : $T(K)=t(^0C) + 273 = 227+273=500K$

$$= \sum ng_{(P)} - \sum ng_{(R)}$$

$$K_C = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} \rightarrow K_c = 0.39\ (0.082X500)^{-(-1)}$$

لاستخراج قيمة التفاعل الثاني يجب قلب K_C كما في ← $K_C = \frac{1}{16} = 0.0625$

القاعدة الثانية اذا ضربت معادلة ما في رقم معين فإن الثابت يجب ان يكون مرفوع لذلك الرقم كما في المثال الاتي الذي يجمع بين القاعدتين ١+٢ كما في :

س/ في التفاعل الاتي : $A+2B \rightleftharpoons 3C$ تم خلط 1mol من A مع كميات مختلفة من C,B في اناء حجمه 1L في درجة حرارة 25^0C وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان المستهلك من A = 0.1mol والمتبقي من B=0.9mol . احسب تركيز كل من C,B قبل التفاعل علماً ان ثابت الاتزان بدلالة تركيز الضغوط الجزئية للتفاعل الاتي : $K_P= \frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}A + \frac{1}{3}B \rightleftharpoons C$

الحل / من معلومة الثابت للضغوط الجزئية نستخرج الثابت بدلالة التراكيز المولارية لكن بعد قلب المعادلة الثانية وضربها في 3 : $3C \rightleftharpoons A + 2B$ حيث سيصير $\frac{(2)^3}{1} = 8$ وهنا بما ان التغير بعدد المولات = صفر اذ سيكونان الثابتان متساويان ، وبما ان الحجم لتر واحد اذن M=n :

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	A	2B	3C
التراكيز الابتدائية	1	y	Z
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−2X	+3X
التراكيز عند الاتزان	1−X= 0.9	y−2X=0.9	Z+3X

من معلومة المستهلك من A نستخرج X حيث ان :

X=0.1M

ومن معلومة المتبقي من B نستخرج التركيز الابتدائي له :

$y-0.2=0.9 \rightarrow y=1.1M$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A][B]^2} \rightarrow 8 = \frac{[Z+3X]^3}{[0.9][0.9]^2} \rightarrow \text{بالتكعيب} \rightarrow 1.8 = Z + 0.3 \rightarrow Z = 1.5M$$

حل تمرين (11)

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{[0.02]^2}{[0.1]^3[0.1]} = 4$$

نقلب الثابت ونقسمه على 2 : $\frac{\frac{1}{4}}{2} = 0.5$

س/ اختر من بين الاقواس وز2014 د2 نازحين / ان قيمة K_P لتفاعل الغازي الاتي : $2NH_3 \rightleftharpoons 3H_2+N_2$ = 4 فإن قيمة K_P للتفاعل الغازي : $\frac{3}{2}H_2 + \frac{1}{2}N_2 \rightleftharpoons NH_3$ هي : $(\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{2}$ ، $2)$ ؟

الحل / نقلب قيمة الثابت مع قسمته على 2 :

$$\frac{\frac{1}{4}}{2} = \frac{1}{2} = 0.5$$

حل تمرين 12 / وز 2013 د2 /

	المتفاعلات	النواتج	
كتابة المعادلة الموزونة	2HBr	H_2	Br_2
التراكيز الابتدائية	1	0	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−2X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	1−2X	X	X=0.2

من معلومة المتكون من Br_2 نستخرج X : X=0.2mol

$$\frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \qquad \frac{[0.2]}{[0.6]}$$

$$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$$

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	H_2	Br_2	2HBr
التراكيز الابتدائية	2	2	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	2−X	2−X	2X

نقلب ثابت الاتزان فيصير : 9

$$\frac{[HBr]}{[H_2][Br_2]} \qquad 9=\frac{[2X]}{[2-X]}$$ بالتجذير

[HBr]=2X=2(1.2)=2.4mol

القاعدة الثالثة اذا كان التفاعل ناتجاً من مجموعة تفاعلات فإن ثابت الاتزان الكلي يساوي حاصل ضرب ثوابت الاتزان لكل التفاعلات كما في :

حل تمرين (13) لأجل الوصول الى المعادلة 3 لابد من عكس المعادلة الثانية وبذلك يجب يقلب الثابت ومن ثم اجراء الجمع والطرح لها مع المعادلة الاولى مع تطبيق القاعدة اعلاه :

$$-Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad K_{P1}= 150$$

يبقى F_2

$$BrF_3 \rightleftharpoons \frac{1}{5}Br_2 + \frac{3}{2}F_2 \qquad K_{P2}= \frac{1}{2.5}= 0.4$$

$$BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2 \qquad K_{P3} = 150 X 0.4$$

$$= \sum n_{g(P)} - \sum n_{g(R)}$$

$K_c = K_p (RT)^{-\Delta ng} \rightarrow \qquad K_c = 60\ (0.082X2000)$ —

حاصل التفاعل Q هي قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عنه بنفس علاقة ثابت الاتزان الا ان الفرق الرئيسي بينهما هو ان التراكيز المعوضة فيها ليس بالضرورة ان تكون التراكيز عند الاتزان ويمكن من خلاله التنبؤ باتجاه التفاعل من خلال الاتي :

١) Q = K فإن التفاعل في حالة اتزان وتراكيز النواتج والمتفاعلات ستبقى ثابتة متزنة .

٢) Q > K فإن التفاعل ليس في حالة اتزان وتراكيز النواتج اعلى من المتفاعلات لذلك فإنها تتناقص للوصول الى الاتزان متجهه من اليمين (النواتج) الى اليسار (المتفاعلات) .

٣) Q < K فإن التفاعل ليس في حالة اتزان وتراكيز النواتج اقل من المتفاعلات لذلك فإنها تتزايد للوصول الى الاتزان متجهه من اليسار (المتفاعلات) الى اليمين (النواتج) .

حل تمرين (14) / وز 2015 د1 / وز 1992 د2 / يمكن ايجاد ذلك من خلال المقارنة بين ثابت الاتزان وحاصل التفاعل :

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{[2]^2}{[2][2]^3} = 0.25$$

من خلال المقارنة بين ثابت الاتزان وحاصل التفاعل وجد ان Q < K لذلك سيكون غير متزن وسيتجه بالاتجاه الامامي .

يمكن ذلك من خلال فرض ان الحجم =V

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \rightarrow 9 = \frac{[\frac{2}{V}]^2}{[\frac{2}{V}][\frac{2}{V}]^3} \rightarrow V = 6L$$

بعض الاسئلة وحلولها

س١/ التفاعل الغازي $2B \rightleftharpoons A$ عند درجة حرارة معينة وضع 2mol من A مع 5mol من B وعند التوازن انخفض A بمقدار 1M واصبح B = 12M ، احسب K_C ؟

الحل /

	المتفاعلات	النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	A	2B
الضغوط الابتدائية	$\frac{2}{V}$	$\frac{5}{V}$
التغير في الضغوط الابتدائية (الفرضية)	−X	+2X
الضغوط عند الاتزان	$\frac{2}{V}$−X=3	$\frac{5}{V}$+2X=12

من مقدار الانخفاض نستخرج قيمة X : X=1M

$$\frac{5}{V}+2X=12 \rightarrow \frac{5}{V}+2=12 \rightarrow 5=10V \rightarrow V= 0.5L$$

$$[A]=\frac{2}{0.5}-1=4-1=3M$$

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[12]^2}{3} = 48$$

س٢/ وضع 2mol من كل من N_2 , H_2 , NH_3 في اناء مغلق فكان حاصل التفاعل الغازي $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$ يساوي 16 فما حجم الاناء ؟ ج / 8L

س٣/ في التفاعل الغازي : $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$ وضع 2mol من كل من NH_3 , H_2 , N_2 في اناء التفاعل . فكم يجب ان يكون حجم الاناء لتكون نفس المولات في حالة التوازن ؟ علما ان $K_C=4$ ؟ ج / 4L

حل تمرين (15)

نستخرج K_C من K_P لكن بعد كتابة معادلة تكوين مول واحد من HBr :

$$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Br_2 \rightleftharpoons HBr$$

هنا معادلة تكوين مول واحد فلابد من ان نضربها في 2 وبذلك سيرفع لـ 2 لاستخراج الثابت لتكوين مولين من HBr :

$K_P = 0.25 \rightarrow K_P = [0.25]$

وبما عدد المولات = صفر اذن ← $K_C = K_P$

وبما ان الحجم هو 2L فلابد من تحويل المولات الى تراكيز :

M=– —

ثم نجد حاصل التفاعل لكي نتمكن من التنبؤ باتجاه التفاعل : $\frac{[HBr]}{[H_2][Br_2]}$ $\frac{[0.7]}{[0.7][0.7]}$

وبما ان $Q > K_C$ اذن اتجاه التفاعل خلفي :

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	H_2	Br_2	2HBr
التراكيز الابتدائية	0.7	0.7	0.7
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	+X	+X	−2X
التراكيز عند الاتزان	0.7+X	0.7+X	0.7−2X

$$\frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \qquad \frac{[0.7-2X]}{[0.7+X][0.7+X]}$$ بالتجذير وضرب الطرفين بالوسطين

$[H_2][Br_2]$

$[H\ \ r]$ 2(0 233)

اسئلة وزارية وامثلة على حاصل التفاعل

س١/ وز 2016 د1 خارج القطر / التفاعل الافتراضي $3C \rightleftharpoons 2A + B$ في اناء حجمه لتر وضع 4mol من A و8mol من C مع كمية من B وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان الاناء يحتوي على 4mol من B ، احسب ثابت الاتزان للتفاعل اذا علمت ان حاصل التفاعل = 16 ؟

الحل / بما ان الحجم لتر واحد اذن M=n .

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	2A	B	3C
التراكيز الابتدائية	4	y	8
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	2X	X	3X
التراكيز عند الاتزان	4 2X	y X = 4	8 3X

هنا لم نستطع تحديد اتجاه التفاعل لان المعطيات لايوجد فيها ما يشير لذلك ، ولكن من خلال حاصل التفاعل نستطيع ان نجده عن طريق ايجاد كمية B الداخلة في التفاعل لانها المجهولة :

$$Q = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \rightarrow 16 = \frac{[8]^3}{[4]^2[B]} \rightarrow 256[B] = 512 \quad \rightarrow [B] = 2mol$$

اذن نلاحظ ان مولات B الابتدائية =2mol والنهائية = 4mol اذن قد زادت يعني اتجاه التفاعل خلفي :

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	2A	B	3C
التراكيز الابتدائية	4	2	8
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	+2X	+X	−3X
التراكيز عند الاتزان	4 + 2X	2 + X = 4	8 − 3X

الان نستخرج X : $2+X=4 \quad \rightarrow \quad X=2mol$

$[A]=4+2(2)=8mol$ .... $[C]=8-3(2)=2mol$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} = \frac{[2]^3}{[8]^2\,[4]} = \frac{8}{256} = \frac{1}{32}$$

س٢/ في اناء حجمه 2L سخن 1.4mol من كل من الغازات H_2 و Br_2 و HBr الى درجة حرارة معينة وصل التفاعل حال الاتزان فإذا علمت أن K_p لتكوين HBr من غازي H_2 وBr_2 = $\frac{1}{9}$ احسب عدد المولات الناتجة والمتبقية عند الاتزان ؟ ج/ $n_{HB4} = 0.6mol$ ، $n_{H2=Br2} = 1.8mol$

س٣/ وضع 2mol من HCl في وعاء تفاعل لتر واحد وسخن الى درجة حرارة ثابتة حيث استقرت حالة الاتزان فوجد ان الاناء يحتوي على 1mol من HCl في التفاعل الاتي :

$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$ احسب تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان في اناء آخر بنفس الحجم عند وضع 2mol من كل من المواد الناتجة والمتفاعلة ؟ ج / $[HCl]=3M$... $[H_2]=[Cl_2]=1.5M$

س٤/ التفاعل الغازي : $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ في درجة حرارة معينة تم خلط مولات معينة من H_2 ومثلها من I_2 واربع امثالها من HI وبعد وصول التفاعل حالة التوازن وجد ان عدد مولات HI=6mol وان حاصل التفاعل انخفض الى ربع ما كان عليه قبل التوازن احسب مولات كل من I_2 , H_2 عند التوازن ؟

ج / $[H_2]=[I_2]=3mol$

س٥/ التفاعل الغازي الاتي : $2C \rightleftharpoons A + 2B$ يتكون من 2mol من (A,B) و 4mol من C وعند التوازن وجد ان تركيز A = 0.3M ، احسب قيمة K_C ؟ اذا علمت ان قيمة Q = 8 .

ج / V=4L , K_C=653.3

س٦/ التفاعل الغازي الافتراضي الاتي : $2C \rightleftharpoons A+B$ في درجة حرارة معينة وفي اناء حجمه لتر تم وضع 2mol من A,B وعند الوصول الى حالة التوازن وجد ان نسبة تركيز المادة C على تركيز المادة B = 2 وان حاصل التفاعل = ربع قيمة ثابت التوازن جد تراكيز خليط التوازن ؟

ج / [C]=3M ، [A]=[B]=1.5M

الطاقة الحرة ΔG وقيمة حاصل التفاعل Q

١) ترتبط الطاقة الحرة غير لقياسية ΔG مع الطاقة الحرة القياسية مع حاصل التفاعل بالقانون الاتي :

حيث ان ثابت الغازات في هذا القانون = 8.314 J/K.mol $\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$

٢) عند وصول التفاعل الى حالة الاتزان تكون قيمة $\Delta G = 0$ ، وحاصل التفاعل = K_{eq} .

ممكن ان يكون K_C
ممكن ان يكون K_P

Δ

العلاقة بين ΔG^0 و K_{eq} حسب المعادلة : $^0 = -RT \ln K_{eq}$			
K_{eq}	$\ln K_{eq}$	0	الملاحظات
>1	موجبة	سالبة	يجري التفاعل تلقائياً من التفاعلات الى النواتج
=1	0	0	التفاعل في حالة اتزان (النسبة ثابتة بين النواتج والمتفاعلات)
<1	سالبة	موجبة	لا يجري التفاعل تلقائياً وانما يحدث التفاعل العكسي أي تتحول النواتج الى المتفاعلات تلقائياً

حل تمرين (16) نستخرج الطاقة الحرة القاسية من الاتي :

$$— \quad = \sum \Delta Gf^0_{(P)} - \sum \Delta Gf^0_{(R)} = 0 - 2(-237)$$

التفاعل لا يحدث تلقائيا لان الاشارة موجبة

بعض الاسئلة

س١/ للتفاعل الغازي $2C \rightleftharpoons A + B$ بدرجة حرارة $25C^0$ وضع 4mol من كل من A , B في وعاء حجمه لتر ، فاذا علمت ان ΔG_f^0 بوحدات (J/mol) لكل من C,B,A هي على التوالي-(2834,-500,-1500) احسب مكونات خليط الاتزان ؟ اذا علمت ان (ln4=1.48) .

الحل /

$$\sum (P) \quad \sum (R) \quad [2x - 2834] - [(-500) + (-1500)]$$

$$= -5668+2000=-3668J$$

$$(8.314X298)\ln$$

كتابة المعادلة الموزونة	المتفاعلات		النواتج
	A	B	2C
التراكيز الابتدائية	4	4	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−X	+2X
التراكيز عند الاتزان	4−X	4−X	2X

$$\frac{[C]}{[A][B]} \qquad \frac{[2X]}{[4-X][4-X]}$$ ... بضرب الطرفين بالوسطين والتجذير

[A][B]=4−X=4−2=2M ..... [C]=2X=2(2)=4M

س٢/ اذا علمت ان K_{eq} للتفاعل $CHCl_3 + HCl \rightleftharpoons H_2 + CCl_4$ عند درجة 25^0C يساوي 1.7×10^{18} احسب ΔG^0 بوحدة KJ/mol ؟ ج / −104.058 KJ/mol

س٣/ التفاعل الغازي $2HCl \rightleftharpoons Cl_2 + H_2$ عند درجة $25C^0$ وضع 0.2mol من كل من Cl_2 ، H_2 و 0.5mol من HCl في وعاء حجمه لتر وعند الاتزان وجد ان الوعاء يحتوي على 0.7mol من HCl جد الطاقة الحرة القياسية عند الاتزان ؟ ج /

س٤/ المعادلة تمثل تكوين غاز الامونيا : $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$ اذا علمت ان $\Delta G^0f_{NH3} = 17.3KJ/mol$ عند درجة 25^0C احسب K_C ؟ اذا علمت ان $e^{-14}=8.3\times10^{-7}$.

ج /8×10^{-7}

س٥/ ثابت التوازن K_C لتفاعل معين وبدرجة 25^0C = 10^{-5} و ΔS^0 = −40J/k.mol ، احسب ΔH^0 ؟ ج/ 2.39J/mol

س٦/ وعاء حجمه 2L وضع 8mol من غاز SO_3 وفي درجة 227^0C وعند التوازن وجد ان الوعاء يحتوي على 4mol من غاز SO_2 ، احسب ΔG^0 للتفاعل الغازي الاتي : $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

ج / 3434.6J/mol

قاعدة لو شاتليه تكمن اهميتها في دراسة تأثير العوامل الخارجية على **موضع الاتزان** الذي هو مدى انحراف او انزياح الاتزان الكيميائي لتكوين المواد الناتجة او المتفاعلة للوصول الى الاتزان .

نص القاعدة / وز 2015 تمهيدي خارج القطر / [اذا اثر مؤثر خارجي ، مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان ، فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة] .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

١. **تأثير التغير بالتركيز** يتضح هذا التأثير على حالة الاتزان عندما تضاف او تسحب مادة متفاعلة او ناتجة فسوف يضطرب الاتزان ما يؤدي الى انزياح موضعه كما في الاتي :

أ) عند اضافة زيادة الى المواد المتفاعلة سيحدث خلل في حالة الاتزان مما يؤدي الى توجيه التفاعل بالاتجاه الامامي لتقليل الكمية الزائدة من المادة المضافة .

ب) عند اضافة زيادة الى المواد الناتجة سيحدث خلل في حالة الاتزان مما يؤدي الى توجيه التفاعل بالاتجاه الخلفي لتقليل الكمية الزائدة من المادة المضافة .

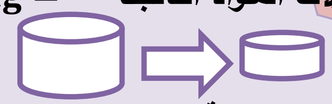
ج) عند سحب كمية من المواد المتفاعلة سيحدث خلل في حالة الاتزان مما يؤدي الى توجيه التفاعل بالاتجاه الخلفي لتعويض النقص الحاصل من المادة المسحوب منها .

د) عند سحب كمية من المواد المتفاعلة سيحدث خلل في حالة الاتزان مما يؤدي الى توجيه التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص الحاصل من المادة المسحوب منها .

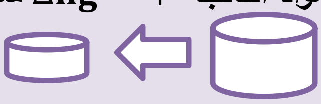
٢. **تأثير الضغط او حجم اناء التفاعل على موضع الاتزان** ان أي تغير في الضغط المسلط على التفاعل الكيميائي المغلق او الزيادة في حجم اناء التفاعل او النقصان فيه سيؤدي الى احداث خلل في حالة الاتزان وذلك حسب الاتي :

أ) اذا كان النظام المتزن مصحوباً بنقصان في الحجم او زيادة في الضغط : سيتجه التفاعل وفق عدد مولات التفاعل بمعنى :

١) عندما تكون عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من عدد مولات المواد الناتجة $\Delta ng = -$ سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي أي الاقل عدد مولات .



٢) عندما تكون عدد مولات المواد المتفاعلة اقل من عدد مولات المواد الناتجة $\Delta ng = +$ سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي أي الاقل عدد مولات .



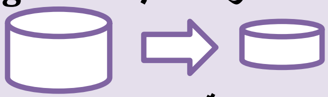
س / بين تأثير زيادة الضغط (تقليل الحجم) على التفاعل الغازي المتزن $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ وعلى قيمة K_{eq} ؟

الحل / اولا يجب ان نعرف ايهما اكثر عدد مولات المتفاعلات ام النواتج وهنا $\Delta ng = -$ يعني ان عدد مولات المتفاعلات اكبر من الناتجة وبذلك سيتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل أي نحو

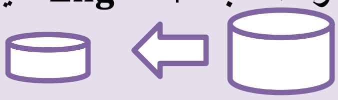
النواتج لينتجها للوصول الى حالة الاتزان وبذلك ستبقى النسبة بين تراكيزهما ثابتة وبذلك لايتغير K_{eq} .

ب) اذا كان النظام المتزن مصحوباً بزيادة في الحجم او نقصان في الضغط : سيتجه التفاعل وفق عدد مولات التفاعل بمعنى :

١) عندما تكون عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من عدد مولات المواد الناتجة $\Delta ng = -$ سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي أي الاكثر عدد مولات .



٢) عندما تكون عدد مولات المواد المتفاعلة اقل من عدد مولات المواد الناتجة $\Delta ng = +$ سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي أي الاكثر عدد مولات .



س / بين تأثير خفض الضغط (زيادة الحجم) على التفاعل الغازي المتزن : $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وعلى قيمة K_{eq} ؟

الحل / اولا يجب ان نعرف ايهما اكثر عدد مولات المتفاعلات ام النواتج وهنا $\Delta ng = -$ يعني ان عدد مولات المتفاعلات اكبر من الناتجة وبذلك سيتجه التفاعل نحو عدد المولات الاكثر أي نحو المتفاعلات لينتجها للوصول الى حالة الاتزان وبذلك ستبقى النسبة بين تراكيزهما ثابتة وبذلك لايتغير K_{eq} .

ج) عندما تكون عدد مولات المواد المتفاعلة = عدد مولات المواد الناتجة يعني $\Delta ng = 0$ فإن أي زيادة او نقصان في الضغط او الحجم لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على ثابت الاتزان .

س / بين تأثير تغير الضغط المسلط على التفاعل المتزن $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ وعلى قيمة K_{eq} ؟

الحل / بما ان عدد مولات المواد المتفاعلة = عدد مولات المواد الناتجة فإن $\Delta ng = 0$ فإن أي زيادة او نقصان في الضغط او الحجم لا يؤثر على حالة الاتزان ولا على ثابت الاتزان .

س/ ما هو تأثير تقليص حجم الاناء لتفاعل غازي له $\Delta ng = -$ ؟

ج / بما ان التغير بالمولات سالب يعني عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من الناتجة فإن تقليص الحجم سيتجه نحو المولات الاقل أي نحو المواد الناتجة لينتج مزيداً منها .

س / فراغ وز 2015 تمهيدي خارج القطر / عندما Δng = ... لايكون الضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان بين متى مع ذكر السبب ؟

ج / صفر

س / وز 2015 تمهيدي / زيادة الضغط متوازن $\Delta ng = -1$ فإن الاتزان ينزاح باتجاه النواتج ؟

الحل / بما ان التغير بالمولات بالسالب هذا يعني مولات المتفاعلات هي الاكبر فينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الضغط حسب قاعدة لي شاتليه لان زيادة الضغط يوجه التفاعل نحو المولات الاقل والنواتج هي الاقل .

س / علل وز 2015 د1 / في التفاعل الغازي الافتراضي المتزن : طاقة + B ⇌ A
لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي ؟

ج / لان مقدار التغير بالمولات = صفر فلايؤثر الضغط عليه وبالتالي لا تتغير حرارة الاناء .

س / فراغ وز 2014 تمهيدي / عند تقليل الضغط في خليط متزن $\Delta ng = -1$ فالتفاعل ينزاح نحو .... وقيمة ثابت الاتزان .... ؟

ج / بما ان التغير بالمولات بالسالب يعني ان مولات المواد المتفاعلة هي الاكبر فعند تقليل الضغط يتجه التفاعل بالاتجاه المولات الاكبر بالاتجاه الخلفي ، وقيمة ثابت الاتزان لاتتأثر .

ملخص اعلاه :

التغير	انحراف الاتزان
زيادة الضغط او نقصان الحجم	باتجاه المولات الاقل
نقصان الضغط او زيادة الحجم	باتجاه المولات الاكبر

ثالثاً : تأثير درجة الحرارة على حالة الاتزان و ثابت الاتزان

في الفصل السابق تم تقسيم التفاعلات الكيميائية من حيث الانبعاث والامتصاص للحرارة الى قسمين :

١) **التفاعلات الماصة** : هي التفاعلات التي تكون فيها طاقة النواتج اكبر من طاقة المتفاعلات وقيمة التغير بالانثالبية قيمة موجبة $\Delta H = +$.

٢) **التفاعلات الباعثة** : هي التفاعلات التي تكون فيها طاقة النواتج اقل من طاقة المتفاعلات وقيمة التغير بالانثالبية قيمة سالبة $\Delta H = -$.

ومن خلال هذا يمكننا التنبؤ بتأثر تغير درجات الحرارة على حالة الاتزان وثابت الاتزان :

١) التفاعلات الماصة : وهذه التفاعلات تذكر في جهة المتفاعلات في المعادلة الموزونة :

أ) ان زيادة درجة الحرارة (تسخين) للتفاعل الماص سوف يوجه التفاعل نحو النواتج ومما يؤدي ذلك لزيادة قيمة الثابت . كما في :

س/ عند زيادة درجة حرارة (تسخين) نظام ماص للحرارة متزن ينزاح الاتزان باتجاه النواتج وتزداد قيمة K_{eq} . وضح ذلك ؟

ج / وذلك لغرض التخلص من الحرارة الزائدة لذلك يتجه نحو تكوين النواتج وهذا مما يؤدي الة نقصان في تراكيز المواد المتفاعلة تقابلها زيادة في تراكيز المواد الناتجة فتزداد قيمة الثابت .

ب) ان نقصان درجة الحرارة (تبريد) للتفاعل الماص سوف يوجه التفاعل نحو المتفاعلات ومما يؤدي ذلك لنقصان قيمة الثابت . كما في :

س/ عند نقصان درجة حرارة (تبريد) نظام متزن ماص للحرارة ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات وتقل قيمة K_{eq} . وضح ذلك ؟

ج / وذلك لغرض تعويض النقص في الحرارة في جهة المتفاعلات مما يؤدي على تكوين المواد المتفاعلة او زيادة انتاجها من جديد وهذا سوف يقلل من تراكيز النواتج ويزيد من تركيز المتفاعلات وبذلك يزداد ثابت الاتزان .

س / وز 2014 د2 نازحين / تنخفض حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C=1$, $Q=1\backslash4$ ؟

ج / وذلك لان ثابت الاتزان اكبر من الحاصل حيث سيوجه التفاعل بالاتجاه الامامي والتفاعل الامامي ماص للحرارة فتنخفض حرارة التفاعل .

س / فراغ وز 2016 د2 / يترجح التفاعل .... لتفاعل ماص عن تبريد اناء التفاعل ؟

ج / الخلفي .

س / وز2016 د2 خارج القطر / خفض درجة الحرارة على تفاعل متزن ماص للحرارة يترجح التفاعل ..... ؟ ج / الخلفي

٢) **التفاعلات الباعثة** : وهذه التفاعلات تذكر في جهة النواتج في المعادلة الموزونة :

أ) ان زيادة درجة الحرارة (تسخين) للتفاعل الباعث سوف يوجه التفاعل نحو المتفاعلات ومما يؤدي ذلك لنقصان قيمة الثابت .

س/ عند زيادة درجة حرارة (تسخين) نظام باعث للحرارة متزن ينزاح الاتزان باتجاه المتفاعلات وتقل قيمة K_{eq} . وضح ذلك ؟

ج / وذلك للتخلص من الحرارة الزائدة فتتجه النواتج لامتصاص الحرارة لغرض تكوين المتفاعلات ومما سيؤدي الى زيادة تركيزها وبذلك تقل قيمة الثابت .

ب) ان نقصان درجة الحرارة (تبريد) للتفاعل الباعث سوف يوجه التفاعل نحو النواتج ومما يؤدي ذلك لزيادة قيمة الثابت .

س/ عند نقصان درجة حرارة (تبريد) نظام باعث للحرارة متزن ينزاح الاتزان باتجاه النواتج وتزداد قيمة K_{eq} . وضح ذلك ؟

ج / وذلك لتعويض النقص الحاصل حيث ان الامامي باعث بالتبريد سيترجح بحسب لو شاتليه فيزداد تركيز النواتج وتزداد قيمة الثابت لانها تتناسب طرديا معه .

س / وز 2016 خارج القطر / يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل ؟

ج / بزيادة درجة الحرارة يترجح الماص الخلفي لان الامامي باعث فتقل التراكيز فتقل قيمة الثابت .

س / فراغ وز 2013 د2 / زيادة درجة الحرارة على تفاعل متزن باعث لحرارة يؤدي الى ترجيح التفاعل .... ؟ ج / الخلفي .

س / تفاعل ما فيه $\Delta ng = -1$ وجد ان نسبة $\frac{K_c}{K_p} = 24.6$ احسب درجة حرارة التفاعل ؟ ج/ $30C^0$

التغير	التفاعل باعث للحرارة	التفاعل ماص للحرارة
زيادة درجة الحرارة	ينزاح نحو المتفاعلات فتقل قيمة ثابت الاتزان	ينزاح نحو النواتج فتزداد قيمة ثابت الاتزان
نقصان درجة الحرارة	ينزاح نحو النواتج فتزداد قيمة ثابت الاتزان	ينزاح نحو المتفاعلات فتقل قيمة ثابت الاتزان

رابعاً : تأثير العامل المساعد لاتؤثر اضافته على حالة الاتزان وقيمة الثابت لانه لايؤثر على تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة بل يقتصر عمله على طاقة التنشيط فقط حيث يزيد من سرعتي التفاعل الامامي والخلفي بنفس المقدار للوصول الى حالة الاتزان بسرعة عالية في وجوده .

العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان التغير في التراكيز والضغط او الحجم لا تؤثر على قيمة الثابت اذا كانت درجة الحرارة ثابتة بل تغير من موضع الاتزان فقط حسب قاعدة لو شاتليه . بينما اذا تغيرت درجة الحرارة ستتغير التراكيز حسب نوع التفاعل فيما اذا كان ماص او باعث وذلك حسب التسخين او التبريد .

حل تمرين (17) من اشارة $\Delta H = +$ يعني ان التفاعل ماص للحرارة وان زيادة درجة الحرارة (التسخين) سوف يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الزيادة في الحرارة مما سيؤدي الى انتاج مزيدا من النواتج .

حل تمرين (18) / وز 2014 د1 /

١) من خلال $\Delta ng = -$ نلاحظ ان مولات المواد الناتجة اقل من المتفاعلات فعند زيادة الضغط او انقاص الحجم سيتجه التفاعل باتجاه الاقل يعني زيادة انتج المواد الناتجة باتجاه التفاعلي الامامي ولاتؤثر على قيمة ثابت الاتزان .

٢) باضافة مزيدا من O_2 سيتجه التفاعل نحو النواتج للتخلص من الزيادة ، ولايؤثر على قيمة K_c .

٣) من اشارة $\Delta H = -$ يعني ان التفاعل ماص للحرارة فخفض درجة الحرارة سيؤدي الى اتجاه التفاعل بالاتجاه الخلفي لزيادة تراكيز المواد المتفاعلة فيحدث نقص بتراكيز المواد الناتجة مما سيودي الى تقليل من قيمة ثابت الاتزان .

٤) لايؤثر على حالة الاتزان ولا على قيمة الثابت .

حل تمرين (19) يجب ان تكون الاجراءات لتوجيه التفاعل بالاتجاه الامامي :

١) السحب المستمر من النواتج .

٢)اضافة مزيد الى المتفاعلات .

٣) زيادة الضغط .

٤) بما ان التفاعل باعث للحرارة اذن يجب تقليل درجة الحرارة .

حلول اسئلة الفصل الثاني

س ١ /

١. المواد الناتجة . ٢. باعث . ٣. ترتفع . ٤. ترتفع . ٥. انخفاض . ٦. زيادة .
٧. الضغط . ٨. خفض . ٩. 3atm ١٠ . النواتج . ١١. اكبر . ١٢. الناتجة .
١٣. المتفاعلة . ١٤. طردية . ١٥. المتفاعلات ، لايتأثر . ١٦. لايتأثر . ١٧ . صفر .
١٨. الخلفي . ١٩. زيادة . ٢٠ . اكبر .

س ٢ /

١. باتجاه المواد المتفاعلة لان : $K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{[0.4]^2}{[0.02]^2[0.1]} = 4000$

٢. يزداد الضغط الكلي . ٣. $31x10^{-5}$atm . ٤.كل الاجابات خاطئة .

٥. نضيف HCl . ٦. نقص بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$. ٧. 0.03 . ٨. 0.2 ٩. كل الاجابات خاطئة .

س ٣ /

١. لان التفاعل سيتجه نحو المتفاعلات صاحبة عدد المولات الاكبر .

٢. لان عدد المولات متساوي في المتفاعلات والنواتج فلا يؤثر الضغط على حالة الاتزان .

٣. وز 2015 د2 / لأنها تفاعلات تامة تستهلك فيها احد او جميع المواد المتفاعلة الى نواتج .

٤. وز2016 تمهيدي / بما ان حاصل التفاعل اكبر من ثابت الاتزان مما يؤدي الى توجيه التفاعل من اليمين الى اليسار أي باتجاه الباعث فترتفع حرارة التفاعل .

٥. لانه سيتجه التفاعل باتجاه المتفاعلات مما يزيد من تراكيزها ويقلل من تراكيز النواتج .

٦. لانها ستتجه بالاتجاه الامامي للتخلص من الحرارة الزائدة ليزداد تراكيز المواد الناتجة ويقل تركيز المواد المتفاعلة .

٧. من خلال عدد مولات التفاعل يتضح ان عدد مولات المواد الناتجة اكبر من المتفاعلة وبزيادة الضغط سيتجه التفاعل الى الاقل عدد مولات أي نحو المتفاعلات .

٨. وز 2013 د2 / التفاعلات التي تتوقف أي ان احد او جميع المواد المتفاعلة استهلكت لتكوين النواتج ، بينما الثانية لانها في حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) أي ان التفاعل مستمر بكلا الاتجاهين الامامي والخلفي بالمقدرة ذاتها .

٩. لان التفاعل سيتجه بالاتجاه الخلفي (الباعث للحرارة) مما يزيد من حرارة التفاعل .

س ٥ /

١. يتجه التفاعل نحو تكوين مزيد من النواتج لأنها صاحبة المولات الاقل .

٢. يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الحرارة فيزداد تركيز المتفاعلات وتقل تراكيز النواتج .

٣. يتجه التفاعل نحو تكوين مزيدا منه لتعويض النقص الحاصل فيه .

س٦ /

١. يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي مما يزيد من تراكيز المتفاعلات ويقلل النواتج فيقل ثابت الاتزان .

٢. سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الزيادة فيه .

٣. سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص الحاصل فيه .

٤. ستجه التفاعل بالاتجاه الخلفي صاحب عدد المولات الاقل .

٥. لايؤثر على حالة الاتزان .

س٧ /

١. يتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي فتزداد تركيز المتفاعلات وتقل تراكيز النواتج .

٢. سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي صاحب عدد المولات الاكبر مما سيزيد من المتفاعلات وتقليل النواتج.

٣. سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الكمية الزائدة مما يزيد من النواتج ويقلل المتفاعلات .

٤. لايؤثر ابدا .

س٨ / كلا . ليس دائما . فعند رفع درجة حرارة التفاعل الماص سيزيد من تركيز النواتج ، بينما عندما نرفع درجة حرارة التفاعل الباعث للحرارة سيؤدي الى نفصان النواتج .

س٩ /

١. سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي مما يزيد من النواتج ، ولا يتأثر الثابت .

٢. سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي مما يزيد من النواتج فتزداد قيمة الثابت .

س١٠ /

١. سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي صاحب عدد مولات الاقل .

٢. لا يؤثر لانه مادة صلبة .

٣. لا يؤثر لانه مادة صلبة .

٤. سيتجه التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الكمية الزائدة .

٥. يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي مما يزيد من تراكيز النواتج .

س١١ / وز 2013 د1 / وز 2016د2 مشابه فقط تغيير الارقام /

المتفاعلات	النواتج	
2NOCl	2NO	Cl_2
2X	2X	X
0.64	2X	X

$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl2} \rightarrow 1 = 0.64 + 2X + X$

$0.36 = 3X \rightarrow X = 0.12\,atm$

$[NO] = 2X = [Cl_2] = X = 0.12\,atm$

$$K_p = \frac{P^2{}_{NO} \times P_{Cl_2}}{P^2{}_{NOCl}} = \frac{(0.24)^2 \times 0.12}{(0.64)^2} = 0.0168$$

$T = 240 + 273 = 513\ K \ldots\ldots\ \Delta ng = 3 - 2 = 1$

$$K_C = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} = 0.0168(0.082X513)^{-1} = \frac{0.0168}{42.066} = 4x10^{-4}$$

س١٢ /

$$K_p = \frac{P^2{}_{NO_2}}{P^2{}_{N_2O_4}} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = 6.4 \ldots\ T = 100 + 273 = 373\ K$$

$\Delta ng = 2 - 1 = 1$

$$K_C = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} = 6.4(0.082X373)^{-1} = \frac{6.46}{305.86} = 0.21$$

س١٣ /

$$K_C = \frac{(B)^2}{(A)} = \frac{(0.843)^2}{0.0125} = 56.85 \rightarrow K_P = 56.85\ (0.82X473)^1 = 2204.9$$

$$K_C = \frac{(B)^2}{(A)} = \frac{(0.764)^2}{0.171} = \rightarrow K_P = 3.41\ (0.82X573)^1 = 19.2$$

$$K_C = \frac{(B)^2}{(A)} = \frac{(0.724)^2}{0.250} = \rightarrow K_P = 2.09\ (0.82X673)^1 = 115.33$$

التفاعل باعث للحرارة لان قيم ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية تقل بزيادة درجة الحرارة

س١٤ / أ. فقط يقلب الثابت $= \frac{1}{1.96} = 0.51$ . .. .. ب. يرفع الى 2 .... $1.4 = (1.96)^2$

ج. يرفع الى 2 ويقلب : $0.7 = \frac{1}{(1.96)^2}$

س١٥ / المعادلتين الاولى والثانية لا يتغيران والثالثة قلب فقط :

$$K_{C4} = K_{C1} + K_{C2} + K_{C3} = 4.2X10^{-7}\ X\ 4.7X10^{-9} X \frac{1}{4.8X10^{-11}} = 4.1X10^{-5}$$

س١٦ / وزء 2016 د2 خارج القطر /

بما ان الحجم ١ لتر اذن M=n ، وقبل اجراء الفرضيات نستخرج تركيز B من :

$$K_C = \frac{[C]^3}{[B][A]^2} \rightarrow 1.5 = \frac{[6]^3}{[B][6]^2} \rightarrow 1.5[B] = 6 \rightarrow [B] = 4\ mol$$

وبما ان تركيز B قد زاد من 3 الى 4 هذا يعني ان التفاعل عكسي :

	المتفاعلات		النواتج
كتابة المعادلة الموزونة	2A	B	3C
التراكيز الابتدائية	Y	3	Z
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	+2X	+X	−3X
التراكيز عند الاتزان	Y+2X=6	3 +X	Z−3X=6

$[B] = 3 + X \rightarrow 4 = 3 + X \rightarrow X = 1\ mol$

[C] 3(1)
[A] 2(1)

س١٧ /

Q $\frac{[ClF]}{[Cl_2][F_2]}$ $\frac{[1.2]}{[1][0.2]}$ من خلال المقارنة بين الثابت والحاصل نجد ان الحاصل اصغر من الثابت لذا فان التفاعل سيتجه باتجاه تكوين النواتج للوصول الى حالة الاتزان .

س١٨ /

النواتج	المتفاعلات	
2A	A_2	كتابة المعادلة الموزونة
0	1	التراكيز الابتدائية
+2X	−X	التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)
2X	1−X	التراكيز عند الاتزان

نجد قيمة X من معلومة التحلل 1% : X=0.01 ....(A)=2X=2(0.01)=0.02...(A_2)=1-0.01=0.99

$\frac{[A]^2}{[A_2]}$ $\frac{[0.02]^2}{[0.99]}$=4X10^{-4} .....4X −4 $\frac{[A]}{[0.01]}$ [A]

س١٩ / $K_C = K_P$ (RT) .....147.6 = 6 (8)

24.6 = ...

س٢٠ / نحول ضغط غاز CO الى وحدة atm : —

$P_T = P_{CO_2} + P_{CO} \rightarrow 1 = P_{CO} + 0.4 \rightarrow P_{CO} = 0.6$ atm

لان التغير بالمولات ← 1.5= — ——

س٢١ / وز 2014 تمهيدي /

النواتج	المتفاعلات		
PCl_5	Cl_2	PCl_3	كتابة المعادلة الموزونة
0	y	2y	التراكيز الابتدائية
+X	−X	−X	التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)
X	y−X	2y−X	التراكيز عند الاتزان

بما ان ضغط Cl_2 = 1 من خلال هذه المعلومة نجد y : y-X=1... y=1+X......❶

——— — $\overline{2[(1+X)-X]1}$

y=1+X=1+0.4=1.4 وهو ضغط [Cl_2] الابتدائي نعوضها في :

2y=2(1.4)=2.8 وهو ضغط [Cl_2] الابتدائي

س٢٢ / بما ان التفاعل باعث فبارتفاع حرارة الاناء (التسخين) يكون اتجاه التفاعل امامي :

	المتفاعلات	النواتج	
كتابة المعادلة الموزونة	2HI	H_2	I_2
التراكيز الابتدائية	2y	y	y
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−2X	y+X	y+X
التراكيز عند الاتزان	2y−2X=1	y+X=2	y+X=2

$2y-2X=1 \rightarrow y-X=0.5 \rightarrow y=0.5+X$ ....❶

$y+X=2 \rightarrow 0.5+X+X=2 \rightarrow 0.5+2X=2 \rightarrow 0.25+X=1 \rightarrow X=0.75M$

$[H_2]=[I_2]= y=0.5+X=0.5+0.75=1.25M$ ....$[HI]= 2y=2(1.25)=2.5M$

$$\frac{[H_2][I_2]}{[HI]} \quad \underline{\quad}$$

س٢٣ / ١.السحب المستمر من النواتج . ٢. الاضافة المستمرة للمتفاعلات . ٣. زيادة الضغط .
٤. التبريد.

س٢٤ / وز 2015 تمهيدي خارج القطر /

	المتفاعلات		النواتج	
كتابة المعادلة الموزونة	CO_2	H_2	CO	H_2O
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)	−X	−X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	y−X	y−X	X	X

$y-X+y-X+X+X=3 \rightarrow 2y=3 \rightarrow y=1.5mol$

$\frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \quad 4=\frac{[x]}{[1.5-x]}$ بالتجذير $\rightarrow \quad 3-2X=X \rightarrow X=1mol$

$[CO_2]=[H_2]=1.5-1=0.5mol$ .... $[CO][H_2O]=1mol$

$\underline{\quad} \quad \underline{\quad}$

س٢٥ / $(0.082x1073)^{-(-1)} = 374.8$

س٢٦ / $PV=nRT \rightarrow \quad Px2=\underline{\quad}$

2.46	0	0
2.46-2X	X	X

$K_P=\frac{[X]^2}{[2.46-2X]^2} \quad 1.21 \quad \frac{[X]^2}{[2.46-2X]^2} \quad X = 0.85$

$P_{H2}=P_{F2}=X=0.84atm$

$P_{HF}=2.46-2X=2.46-2(0.84)=0.76$ atm

س٢٧ /

درجة التفكك = $\frac{\text{المتفكك}}{\text{الاصلي}}$ × 100%

$20\ \% = \frac{X}{1} \times 100\ \% \rightarrow X = 0.2$

$K_C = \frac{[NO2]^2}{[N2O4]} = \frac{[2(0.2)]^2}{[1-0.2]} = 0.2$

$K_P = K_C\ (RT)^{\Delta ng}$

$= 0.2(24.6)^1 = 4.92$

النواتج	المتفاعلات	كتابة المعادلة الموزونة
$2NO_2$	N_2O_4	
0	1	التراكيز الابتدائية
+2X	−X	التغير في التراكيز الابتدائية (الفرضية)
2X	1−X	التراكيز عند الاتزان

س٢٨ / $T=t(c)+273=490+273=763$ ... $K_C=\frac{K_f}{K_b} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$

نلاحظ ان الثابت قد زاد بزيادة درجة الحرارة يعني ان التفاعل ماص للحرارة .

أ) ان اضافة مزيد من H_2 سوف يوجه التفاعل بالاتجاه الامامي فيزداد تركيزه .

ب) سوف يوجه التفاعل بالاتجاه الخلفي لتعويض النقص الحاصل فيقل تركيزه .

ج) سوف يوجه التفاعل بالاتجاه الخلفي لتعويض النقص الحاصل فيقل تركيزه .

س٢٩ / بقلب الثابت الاول وضربه في 2 يعني رفع للاس 2 وضرب المعادلة 2 أي رفعها للاس 2 :

$K_{P3} = \frac{1}{(2.9X10^{10})^2} x\ (5X10^{20})^2 = 2.79X10^{20}$ .... $\Delta ng = 2 - 3 = -1$

$K_c = K_p\ (RT)^{-\Delta ng} = 2.79X10^{20}(0.082X1000)^{-(-1)} = 2.4X10^{22}$

س٣٠ /

من معرفة الحاصل يمكننا التنبؤ باتجاه التفاعل فهو امامي لانه اصغر من الثابت . $Q= \frac{1X1}{1X1} = 1$

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

$1-X \quad 1-X \quad 1+X \quad 1+X$

$K_C=\frac{1X1}{1X1} \rightarrow 5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2} \rightarrow$ الطرفين في الوسطين وبالتجذير $\rightarrow X = 0.39M$

$[CO_2]=[H_2]=1-X=1+0.39=1.39M$ ..... $[CO]=[H_2O]=1-X=1-0.39=0.61M$

س٣١ / بما ان عند رفع درجة الحرارة زادت قيمة الثابت اذا التفاعل ماص للحرارة أي نحو النواتج .

س٣٢ / نفس الفكرة وز2016 د1 / وز 2014 د2 نازحين /

$K_C = \frac{[SO2]^2[O2]}{[SO3]^2} = \frac{[0.08]^2[0.01]}{[0.002]^2} = 16$

يعني انه عند خفض درجة الحرارة قلت قيمة الثابت أي باتجاه التفاعل الباعث للحرارة .

س٣٣ / وز 2015 تمهيدي / الفرق بينهما ان القياسية مقاسة في الظروف القياسية وتلك بغير الظروف القياسية ، وتتساوى عندما تكون قيمة حاصل التفاعل تساوي 1 .

س٣٤ /

$-(8.314X298)l$

الفصل الثالث / الاتزان الايوني

المحلول المائي هو مزيج (خليط) متجانس لمادتين ناتجة من ذوبان مادة المذاب في المذيب المائي ، ويقسم الى قسمين حسب قابليته على التوصيل الكهربائي من عدمه (محلول الكتروليتي وغير الكتروليتي).

تقسم المواد في محاليلها المائية حسب قابليتها على التوصيل الكهربائي

مواد الكتروليتية

وهي المواد التي لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي وذلك من خلال تأينها(تفككها) في الماء بشكل كلي او جزئي الى الايونات الموجبة والسالبة وهي التي توصل الكهربائية وقد تكون قوية (كلوريد الصوديوم) او ضعيفة (حامض الخليك) .

مواد غير الكتروليتية

وهي المواد التي ليس لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي لا بشكل قوي ولا ضعيف لأنها لا تتأين (لاتتفكك) في الماء مثل السكر .

مميزات او صفات او سمات المواد الالكتروليتية

١. قابليتها على التوصيل الكهربائي بشكل منصهر او محلول في المذيبات المستقطبة .
٢. محاليها متعادلة لان محصلة شحنتها الكهربائية = صفر .
٣. ذوبانها في الماء الذي هو مذيب مستقطب سيشكل محلول يتكون من ايونات موجبة وسالبة .
٤. توصيلها الكهربائي يعتمد على طبيعة الايونات المكونة لها وتركيز ودرجة حرارة المحلول .

وتقسم الى قسمين حسب قابليتها على التوصيل الكهربائي :

المواد الالكتروليتي

الالكتروليت القوي

وهي المواد التي لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي وذلك من خلالها تأينها(تفككها) في الماء الى الايونات الموجبة والسالبة وهي التي توصل الكهربائية مثل حامض الهيدروكلوريك (الحامض القوي) وهيدروكسيد الصوديوم (القاعدة القوية) وكلوريد الصوديوم (الاملاح الذائبة في الماء) ويرمز له بسهم واحد فقط ($\Rightarrow$).

الالكتروليت الضعيف

وهي المواد التي لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي لكن بشكل ضعيف لان تأينها (تفككها) يكون بشكل محدود لذلك هي ضعيفة التوصيل الكهربائي مثل حامض الخليك (حامض ضعيف) والامونيا (قاعدة ضعيفة) وكلوريد الفضة (الاملاح شحيحة الذوبان) ويرمز لها بسهمين متعاكسين($\rightleftharpoons$) .

س/ علماذا تعتمد توصيلية الكهربائية من قبل المواد الالكتروليتية ؟

ج / تعتمد على ١. طبيعة الايونات المكونة لها ٢. وتركيز الايونات . ٣. ودرجة حرارة المحلول .

علل / محاليل الالكتروليتات متعادلة ؟ ج / لان محصلة شحنتها الكهربائية = صفر .

أ. الالكتروليتات القوية

علل / للالكتروليتات القوية القابلية على التوصيل الكهربائي ؟

ج / وذلك بسبب تفككها بشكل تام في محاليها المائية الى الايونات الموجبة والسالبة التي تكون مسؤولة عن هذا التوصيل .

اسم الحامض القوي	صيغته	اسم القاعدة القوية	صيغتها
حامض الهيدروكلوريك	HCl	هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$
حامض الهيدرويوديك	HI	هيدروكسيد الربيديوم	$RbOH$
حامض الهيدروبروميك	HBr	هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH
حامض النتريك	HNO_3	هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$
حامض البيركلوريك	$HClO_4$	هيدروكسيد الباريوم	$Ba(OH)_2$
حامض البرمنغنيك	$HMnO_4$	هيدروكسيد الليثيوم	$Li(OH)_2$
حامض الكبريتيك	H_2SO_4		
حامض الكروميك	H_2CrO_4		

خطوات حل اسئلة تفكك الالكتروليت القوي

١. من خلال الجدول الذي حفظته اعلاه تتأكد من المادة المذابة هل هي قوية .

٢. نكتب معادلة تفككه ونضع اسفلها التركيز الابتدائي للمادة المتفككة ونضع صفرا امام الايونات الناتجة من التفكك لأنها غير موجودة في البداية لكن باستمرار التفكك ستظهر لذا نضع تراكيزها في الخطوة النهائية بعدما نضربها بعدد مولات الايونات الناتجة .

$[H^+]= [acid]$ x **عدد ايونات H^+ في معادلة التفكك الموزونة**

$[OH^-]= [base]$ x **عدد ايونات OH^- في معادلة التفكك الموزونة**

حل تمرين 1

	HBr	$\longrightarrow$	H^+	+	Br^-
التركيز الابتدائي	0.025M		0		0
التركيز النهائي	0		1 X 0.025M=0.025M		1 X 0.025M=0.025M

	KOH	$\longrightarrow$	K^+	+	OH^-
التركيز الابتدائي	0.055M		0		0
التركيز النهائي	0		1 X 0.005M=0.005M		1 X 0.005M=0.005M

	$CaCl_2$ →	Ca^{+2}	+	$2Cl^{-}$
التركيز الابتدائي	0.155M	0		0
التركيز النهائي	0	1X 0.155=0.155M		2X0.155=0.31M

ب. الالكتروليت الضعيف

علل / للالكتروليتات الضعيفة القابلية الضعيفة على التوصيل الكهربائي ؟

ج / وذلك بسبب تفككها بشكل غير تام في محاليها المائية الى الايونات الموجبة والسالبة والتي تكون ضعيفة التوصيل .

الاتزان الايوني هي حالة اتزان حركي (ديناميكي) يكون فيها معدل سرعة التفاعل الامامي والخلفي متساوية وتكون جميع مكونات المحلول في حالة تفاعل مستمر مع بقاء تراكيزها ثابتة بثبوت درجة الحرارة .

مثال على الاتزان الايوني : تتفكك جزيئات حامض الخليك في محلولها المائي لتنتج ايون الهيدروجين الموجب $H^{+}_{(aq)}$ وايون الخلات السالب $CH_3COO^{-}_{(aq)}$ (بتفاعل امامي) وبنفس الوقت تتحد هذه الايونات لتكون حامض الخليك من جديد (بتفاعل خلفي) فعندما يصل التفاعل الى حالة من الاتزان بحيث ان معدل سرعة تفكك الحامض = معدل سرعة اتحاد ايوناته طبعا كل هذا بثبوت درجة الحرارة .

$$CH_3COOH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)}$$

التعبير عن حالة الاتزان الايوني في الالكتروليتات الضعيفة : حيث يعبر عنها بدلالة :

ثابت الاتزان الايوني K_C هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة مقسومة على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كل منها مرفوع الى اس يساوي عدد مولاتها في التفاعل الكيميائي .

التعبير عنه بالقانون وفق تفكك حامض الخليك بالاتي :

$$CH_3COOH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)}$$

$$K_C = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

تفكك الالكتروليت الضعيف

الحامض برونشتد – لوري هو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون مكونة القاعدة القرينة ، وقد يكون بشكل جزيئة متعادلة مثل HCl و H_2SO_4 و CH_3COOH او ايونا موجباً NH_4^+ و $C_6H_5NH_3^+$ او ايوناً سالباً مثل HSO_4^- و $H_2PO_4^-$.

قاعدة قرينة + بروتون ⇌ حامض

$SO_4^{-2} + 2H^+ \rightleftharpoons H_2SO_4$

القاعدة برونشتد- لوري هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون مكونة الحامض القرين .

حامض قرين ⇌ بروتون + قاعدة

$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$

ان لكل حامض قاعدة قرينة او لكل قاعدة حامض قرين تخالفه بالقوة كما في

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

قاعدة   حامض   حامض قرين   قاعدة قرينة

الحوامض الضعيفة تخضع الحوامض الضعيفة لحالة من الاتزان عند تفككها بحيث يكون معدل تفككه يساوي معدل تكوينه وهذا يمكن التعبير عنه بدلالة ثابت الاتزان كما في مثال حامض الفورميك :

$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$

وبتطبيق العلاقة لثابت الاتزان على هذا التفكك :

$$K_{eq} = \frac{[H3O^+][HCOO^-]}{[H2O][HCOOH]}$$

$K_a = K_{eq} \times [H_2O]$

علل / لاتظهر قيمة H_2O في قانون التفكك ؟ ج / لان تركيزه ثابت .

$$K_a = \frac{[H3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

K_a = ثابت تفكك او تأين الحامض الضعيف عند درجة حرارة ثابتة .

علل / ينطبق قانون الاتزان الايوني فقط على الحوامض الضعيفة ؟

ج / لان الحوامض القوية يكون تفككها تفكك تام فلا يكون هنالك اتزان بين الحامض القوي المتفكك وايوناته .

ملاحظة / كلما زاد تفكك الحامض كلما زاد حموضته .



خطوات حساب ثابت الحامض او حساب تركيز الحامض الابتدائي او تركيز ايون الهيدروجين

سنبين ذلك من خلال شرح المثال 3 : احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $H^+_{(aq)}$ في 0.1M محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض ، اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $1.8X10^{-5}$ ؟

اولا : لايجاد تركيز ايون الهيدرجين نجري الاتي :

١. نكتب معادلة التفكك ونكتب اسفلها التراكيز الابتدائية والنهائية :

الايونات الناتجة عن تفكك الحامض الضعيف		الحامض الضعيف	المعادلة
CH_3COO^-	H^+	CH_3COOH	
0	0	0.1	التركيز الابتدائي
0.1	0.1	0.1− X يهمل	التركيز النهائي

هنا X = المتفكك من الحامض والذي يساوي تركيز الايونات الناتجة علل / ويهمل بالنسبة للالكتروليت المتفكك ج/ لسهولة الحسابات .

٢. نكتب قانون ثابت الاتزان للحامض الضعيف :

X= يمثل تركيز الايونات الناتجة عن التفكك والتي يمكن اختصارها بـ X^2

تركيز الحامض الابتدائي وX يهمل لسهولة الحسابات

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \rightarrow K_a = \frac{[X][X]}{[0.1-X]}$$

$$K_a = \frac{X^2}{[CH_3COOH]} \rightarrow 1.8X10^{-5} = \frac{X^2}{[0.1]} \rightarrow X^2 = 1.8X10^{-6}$$

$$X=\sqrt{1.8X10^{-6}} = 1.3X10^{-3}M$$

ثانيا : نجد درجة التأين من خلال العلاقة الاتية :

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز المتأين وهو X}}{\text{التركيز الابتدائي وهو الحامض}} = \frac{1.3X10^{-3}}{[0.1]} = 1.3X10^{-2}$$

ثالثًا : نجد النسبة المئوية لتفكك الحامض نجدها من القانون الاتي :

$$\text{النسبة المئوية للتفكك} = \frac{\text{تركيز المتأين وهو X}}{\text{التركيز الابتدائي وهو تركيز الحامض}} X\ 100\%$$

= درجة التأين X %100 = $1.3X10^{-2}$ X %100 =%1.3

حامض الهيدروفلوريك	HF	حامض الهيدروسيانيك	HCN	حامض الفورميك	HCOOH
حامض النتروز	HNO_3	حامض الثايوسيانيك	HSCN	حامض الفينول	C_6H_5COOH
حامض الهيدروكبريتيك	H_2S	حامض الكاربونيك	H_2CO_3	حامض الخليك	CH_3COOH
حامض الفسفوريك	H_3PO_4	حامض الاوكزاليك	$H_2C_2O_4$	حامض البنزويك	C_6H_5COOH

ملخص قوانين الحامض الضعيف

١. لإيجاد تركيز ايون الهيدرجين او تركيز الحامض الابتدائي او ثابت التفكك (التأين) :

$$K_a = \frac{[H][A]}{[HA]}$$

تركيز الايونات الناتجة

تركيز الحامض

٢. نجد درجة التأين من خلال العلاقة الاتية :

2. درجة التأين = تركيز المتأين وهو X / التركيز الابتدائي وهو الحامض

٣. يمكن ايجاد درجة التفكك(التأين) من خلال الاشتقاق الاتي :

$$K_a = \frac{x^2}{[CH3COOH]} \rightarrow K_a = \frac{\quad}{[CH3COOH]}$$

درجة التفكك = —

٤. نجد النسبة المئوية لتفكك الحامض نجدها من القانون الاتي :

النسبة المئوية للتفكك = تركيز المتأين وهو / التركيز الابتدائي وهو تركيز الحامض

درجة التأين (التفكك)

قانون التحولات بين التركيز والكتلة

$$n=\frac{m}{M} \qquad M.V=\frac{m}{M} \qquad m_g=M_{mol/L}.V_L.M_{g/L}$$

ملاحظات حول قانون التخفيف $(MV)_1=(MV)_2$

١. عند اضافة حجم معين من الماء المقطر الى حجم معين من محلول ، حيث ان هذه الاضافة ستغير في تركيزه الاصلي .

٢. عند مزج محلولين او اضافة محلول بحجم معين الى محلول آخر معلوم الحجم فأن كلا المحلولين سيخفف احداهما الاخر ، فنطبق قانون التخفيف لإيجاد تراكيزهما بعد الاضافة .

٣. اذا كان حجم المحلول المضاف صغير جداً يتراوح بين (1−10ml) فإن هذا الحجم لايؤثر على حجم المحلول الاصلي لذلك يمكن اهماله عند حساب قيمة V_2 اذا كان مضاف لتر واحد فما فوق ، اما اذا تضيف الى حجم قليل فيجب تطبيق قانون التخفيف اعلاه .

٤. لحساب عدد مرات التخفيف نطبق العلاقة الاتية : $\frac{M1}{M2}$ = **عدد مرات التخفيف**

M_1= تركيز المحلول قبل التخفيف و M_2 = تركيز المحلول بعد التخفيف

س / ما عدد المرات التي يجب فيها تخفيف محلول 0.001M من HCl ليصبح 0.0001 ؟

الحل / $\frac{M1}{M2}$ = **عدد مرات التخفيف** → $\frac{0.001}{0.0001} = 10$ = **عدد مرات التخفيف**

علل/ عند تخفيف الكتروليت ضعيف بمقدار عشر مرات فان درجة تفككه أو النسبة المئوية للتفكك تزداد بمقدار ثلاث مرات تقريبا ؟ هل يمكن اثبات ذلك رياضياً (واجب) .

ج/ لان عملية التخفيف تؤدي الى ازاحة موقع الاتزان الى موقع جديد لإزالة التأثير الخارجي لعملية التخفيف وذلك بزيادة تفكك المذاب فيقل الجزء غير المتفكك من المذاب وتزداد كمية الجزء المتبقي في وحدة الحجم لإعادة المحلول لحالة اتزان جديدة .

س/ ماتركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من مزج 20ml من محلول 0.15M كلوريد مع 10ml من محلول 0.3M كلوريد الصوديوم ؟ ج / 0.2M

علل /وز 2016 تمهيدي وز 2013 د3 / تزداد درجة تفكك الالكترولیت الضعيف بالتخفيف ؟

ج/ لان التخفيف يقلل من عدد أجزاء المذاب في وحدة الحجم ولإزالة هذا التأثير فان الالكتروليت يزيد من تفككه لتعويض نقص الايونات والتخلص من هذا التأثير .

حل تمرين 2 متوفر لدينا تركيز الحامض الابتدائي وثابت التفكك :

المعادلة	الحامض الضعيف	الايونات الناتجة عن تفكك الحامض الضعيف	
	HCN	H^+	CN^-
التركيز الابتدائي	0.2	0	0
التركيز النهائي	0.2−X يهمل	0.2	0.2

$$K_a = \frac{[H][CN]}{[HCN]} \rightarrow 4.9X10^{-10} = \frac{X^2}{0.2} \rightarrow X^2 = 0.98X10^{-10} \cong 1X10^{-10}$$

$$X = [H^+] = \sqrt{1X10^{-10}} = 1X10^{-5}M$$

حل تمرين 3

.١

المعادلة	الحامض الضعيف	الايونات الناتجة عن تفكك الحامض الضعيف	
	C_6H_5OH	H^+	$C_6H_5O^-$
التركيز الابتدائي	0.2	0	0
التركيز النهائي	0.2−X يهمل	0.2	0.2

$$K_a = \frac{[H][C6H5O-]}{[C6H5OH]} \rightarrow\rightarrow 1.3X10^{-10} = \frac{X^2}{0.2} \rightarrow X^2 = 26X10^{-12} = 5.09X10^{-6}$$

.٢ عدد مرات التخفيف $= \frac{M1}{M_2} \rightarrow \quad 100= \frac{0.2}{M_2} \rightarrow \quad M_2=0.002\ M$

$$K_a = \frac{[H][C6H5O-]}{[C6H5OH]} \rightarrow\rightarrow 1.3X10^{-10} = \frac{X^2}{0.002} \rightarrow X^2 = 26X10^{-14} = 5.09X10^{-7}M$$

اسئلة مهمة الفكرة

س١/ احسب تركيز حامض الخليك النسبة المئوية لتأينه 2% و $K_a=2x10^{-5}$؟

الحل / ① —— [CH3COOH] $\frac{\quad}{[C \qquad H]}$ $K_a = \frac{\quad}{[CH3COOH]}$

$2\%=\frac{\quad}{[\qquad H]}$ النسبة المئوية للتفكك = $\frac{\quad}{[CH3COOH]}$

[CH3COOH] = —— ②

نعوض ② في ① :

[CH3COOH] ———— ————

[CH3COOH]50X

أو :

$2\%=\frac{K_a}{X} x\ 100\% \rightarrow \quad 2X=2x10^{-3} \rightarrow X=10^{-3}M$

$[CH_3COOH] = \frac{10^{-6}}{K} = $ ————

س٢/ محلول 0.1M من حامض ضعيف HA يتأين بنسبة 1% . جد ثابت تفككه ؟ ج/10^{-5}

س٣/ ما حجم الماء الذي يلزم لاذابة 0.27g من HCN للحصول على محلول فيه 10^{-5}M H+ ؟

علما ان $K_{a\ HCN} = 5x10^{-5}$ و $M_{HCN}=27g/mol$ ؟ ج / 50ml

س٤/ حامض ضعيف أحادي البروتون اذيب في 300ml من الماء فكانت درجة تأينه a .. احسب حجم المحلول عندما تصبح درجة تأينه 2a ؟ ج / 1200ml

س٥/ ما حجم الماء اللازم اضافته الى لتر من 0.2M لتصبح درجة تأينه ضعف ما كانت عليه ؟

ج / 4L

الحوامض الضعيفة الاحادية البروتون والمتعددة البروتون

الحوامض الاحادية البروتون : هي الحوامض التي تحتوي على بروتون واحد قابل للتأين لذا فهي لها ثابت تفكك واحد فقط .

الحوامض المتعددة البروتون : هي الحوامض التي تحتوي على اكثر من بروتون قابل للتأين لذل فهي تمتلك اكثر من ثابت تفكك كما في الامثلة الاتية :

$H_2C_2O_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HC_2O_4^-{}_{(aq)}$

$K_{a1}=\frac{[\qquad][HC_2O_4-]}{[H_2C_2O_4]}$

$HC_2O_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + C_2O_4^{-2}{}_{(aq)}$

$K_{a2}=\frac{[\qquad][C_2O_4-2]}{[HC_2O_4-]}$

ولحامض الفسفوريك H_3PO_4 ثلاثة تفاعلات تفكك او ثلاث ثوابت تفكك هي (K_{a1} , K_{a2} , K_{a3}) :

$$H_3PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$$

$$K_{a1} = \frac{[\quad][H_2PO_4-]}{[H_3PO_4]}$$

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HPO_4^{-2}{}_{(aq)}$$

$$K_{a2} = \frac{[\quad][HPO_4-2]}{[H_2PO_4-]}$$

$$HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + PO_4^{-3}{}_{(aq)}$$

$$K_{a2} = \frac{[\quad][PO_4-3]}{[HPO_4-2]}$$

علل / يكون (K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}) للحوامض المتعددة البروتون ومنها حامض الكبريتيك والفسفوريك ؟

ج / وذلك لان قوة الحامض تعتمد على قابلية فقدان البروتون من قبله فهنا يعود السبب الى نقصان تلك القابلية كلما فقد بروتون من الحامض المتعدد البروتون حيث انه ستزداد الشحنة السالبة على ايوناته مما يزيد من التجاذب الالكتروستاتيكي بين الايونات ذوات الشحنات المختلفة .

القواعد الضعيفة :

القاعدة الضعيفة برونشتد هي المادة التي لها القابلية الجزئية (غير التامة) على اكتساب البروتونات من المذيب ولها ثابت تفكك يرمز له ب (K_b) .

مثال : تفكك الامونيا في الماء : $NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

$$\frac{[NH_{4^+}][OH^-]}{[NH_3]}$$

الامونيا	NH_3	البريدين	C_5H_5N	الانيلين	$C_6H_5NH_2$	مثيل امين	CH_3NH_2

ملاحظات :

١. لاتدخل قيمة H_2O في حساب ثابت تفكك القاعدة الضعيفة لان تركيزها ستبقى ثابت .

٢. قوانين القواعد الضعيفة هي نفسها بالنسبة للحامض مع مراعاة تغير مايشير لها من رموز .

حل تمرين 4

$$\frac{[NH_{4^+}][OH\ -]}{[NH_3]}$$

$$\sqrt{3}$$

درجة التأين = $\frac{X}{[C6H7N]} = \frac{6}{\quad} = 6.1X10^{-5}$

التأين الذاتي للماء هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون من جزيء الى جزيء اخر للماء لتكوين ايون الهيدرونيوم H_3O^+ وايون الهيدروكسيد OH^- .

البرتنة هي عملية التأين الذاتي للماء أي انتقال البروتون بشكل تلقائي وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .

ثابت الحاصل الايوني K_W لقد اظهرت القياسات العلمية الدقيقة لقابلية الماء التوصيل الكهربائي ، ان الماء النقي يعاني من عملية تأين بسيط :

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} \text{ or } H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

هذا العملية تصاحبها عملية اتزان من خلال ثابت الحاصل الايوني (K_W) والذي هو عبارة عن :

$$K_W = [H^+][OH^-] \quad \text{or} \quad K_W = [H_3O^+][OH^-]$$

من خلال القياسات الدقيقة وجد ان $[H^+]=[OH^-] = 10^{-7}$ وبما ان ثابت الحاصل هو حاصل ضرب هذه التراكيز اذن :

$K_W = [H^+][OH^-]= 10^{-7} \times 10^{-7}= 10^{-14}$ حفظ

الماء النقي عبارة عن وسط متعادل(لا حامضي ولا قاعدي) إذا اضفنا اليه حامضا معيناً فإن ذلك سيؤدي الى زيادة تركيز ايونات الهيدروجين المائية ويقلل تركيز الهيدروكسيد حسب قاعدة(لو شاتليه)، وان اضافة قاعدة سيحدث العكس تماما ولكن المهم ان ما يحافظ على الاتزان هذا ما بين التركيزين هو K_W .

المحلول	الحالة العامة	عند 25^0C
حامضي	$[H^+]>[OH^-]$	$[H^+]>10^{-7}M$, $[OH^-]<10^{-7}$
متعادل	$[H^+]=[OH^-]$	$[H^+]=10^{-7}M$, $[OH^-]=10^{-7}$
قاعدي	$[H^+]<[OH^-]$	$[H^+]<10^{-7}M$, $[OH^-]>10^{-7}$

حل تمرين 5

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = [H^+] \times 0.01 \rightarrow [H^+]= 10^{-12}M$

$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = [H^+] \times 2 \times 10^{-9} \rightarrow [H^+]= 5 \times 10^{-6}M$

بعض الاسئلة على ذلك

س١/ احسب قيمة $[OH^-]$ في محلول مائي مخفف بتركيز 0.005M من حامض الكبريتيك ؟

الحل /

$$H_2SO_4 \Longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

$$0.005 \qquad 2X0.005=0.01 \qquad 0.005$$

$$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = 0.01\ X\ [OH^-] \rightarrow [OH^-]= 10^{-12}M$$

س٢/ احسب قيمة $[H^+]$ في محلول يحتوي على 0.01M من مثيل امين CH_3NH_2 K_b=0.004 ؟

الحل /

المعادلة	القاعدة الضعيف	الايونات الناتجة	
	CH_3NH_2	$CH_3NH_3^+$	OH^-
التركيز الابتدائي	0.01	0	0
التركيز النهائي	0.01−X يهمل	0.01	0.01

$$[OH^-] = \frac{}{}\ = \ \overline{[CH3NH2]}$$

$$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = 2X10^{-3}\ X\ [H^+] \rightarrow [H^+]= 5\ X\ 10^{-12}M$$

س٣/ ان $[H^+]$ في محلول 0.1M $NaNO_3$ = ... وفي محلول 0.1M NaOH =......... ؟

ج / ١. ملح $NaNO_3$ متعادل ناتج من حامض النتريك القوي وهيدروكسيد الصوديوم القوي لذلك فإن الدالة الحامضية له = 7 فإن $[H^+]$ = 10^{-7} . ٢. قاعدة قوية تحسب من خلال :

$$NaOH \Longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$0.1 \qquad 0 \qquad 0$$

$$0 \qquad 0.1 \qquad 0.1$$

$$K_W = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+]=\frac{10^{-14}}{10^{-1}} \quad 10^{-13}M$$

الاس الهيدروجيني (الدالة الحامضية) هو مقياس لمعرفة الحامضية او القاعدية للمحاليل من خلال معرفة تراكيز $[H^+][OH^-]$ بمجموعة من الارقام (0−14) وحسب العلاقات الاتية :

$$pH = -\log[H^+] = \log\frac{1}{[H^+]} \qquad or \qquad [H^+] = 10^{-pH}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = \log\frac{1}{[OH^-]} \qquad or \qquad [OH^-] = 10^{-pOH}$$

$$pH + pOH = 14$$

اشتقاق علاقة الربط بين (pH , pOH) :

$$[H^+][OH^-]=K_W=10^{-14}$$

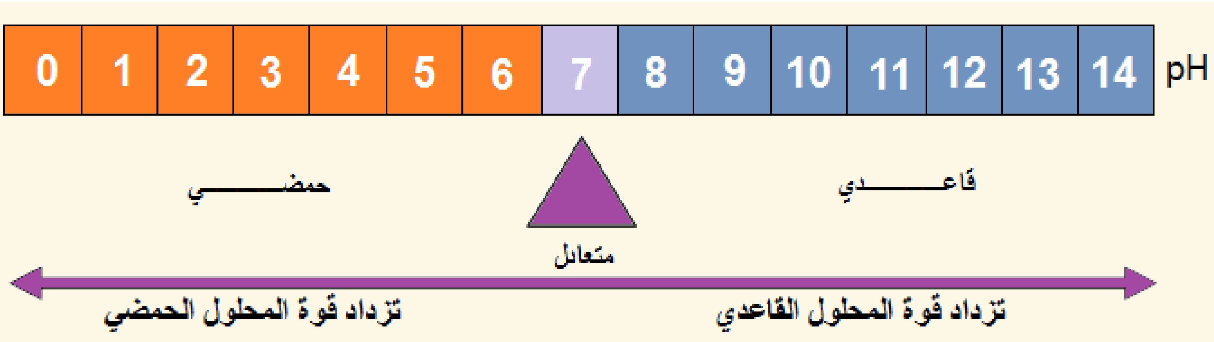
ويأخذ اللوغارتيم للمعادلة ينتج :

$$\log[H^+]+\log[OH^-]=\log10^{-14}$$

ويضرب الطرفين بالمقدار (−1) ينتج :

$$-\log[H^+]-\log[OH^-]=-\log10^{-14}$$

$$pH + pOH = 14$$



قيم اللوغارتيمات :

$\log1=0$	$\log2=0.3$	$\log3=0.47$	$\log4=0.6$	$\log5\cong0.7$
$\log6=0.77$	$\log7=0.84$	$\log8=0.9$	$\log9=0.95$	$\log10=1$

حل تمرين 6

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$6x10^{-4}$ $\quad$ $6x10^{-4}$ $\quad$ $6x10^{-4}$

$$pH = -\log[H^+] = -\log6x10^{-4} = -(\log6 + \log10^{-4}) = -(0.77-4) \rightarrow$$
$$= -0.8 + 4 = 3.23$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.03 $\quad$ $2X0.03=0.06$ $\quad$ 0.03

$$pH = -\log[H^+] = -\log6x10^{-2} = -(\log6 + \log10^{-2}) = -(0.77-2) = 1.23$$

حل تمرين 7

يعطى في الاسئلة الوزارية

$HNO_3 \Longrightarrow H^+ + NO_3^-$

$[H\ \ ] \quad = 10^{-3.32} = 10^{-3.32} \times 10^{+4} \times 10^{-4} = 10^{0.68} \times 10^{-4} = 4.79 \times 10^{-4}$ M

وبما انه حامض احادي البروتون اذن : $[H^+] = [HNO_3] = 4.79 \times 10^{-4} M$

حل تمرين 8

[المحلول]	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
0.15M HI	0.15M	$K_w = [H^+][OH^-]$ $10^{-14} = 0.15[OH^-]$ $[OH^-] = 6.6X10^{-14}$	$g[H^+]$ $-(l \quad)$ $-(l$ $)$ $-(0 \quad 2)$	pH + pOH = 14 0.83 + pOH = 14 pOH = 14−0.83 =13.16

[المحلول]	$[OH^-]$	$[H^+]$	pOH	pH
0.06M RbOH	0.06M	$K_w = [H^+][OH^-]$ $10^{-14} = 0.06[OH^-]$ $[H^+] = 16.6X10^{-14}$	$log[OH^-]$ $= -log6x10^{-2}$ $= -0.77+2 = 1.23$	pH + pOH = 14 pH = 14−1.23 =12.77

[المحلول]	$[OH^-]$	$[H^+]$	pOH	pH
0.02M $Ba(OH)_2$	2(0.02) =0.04M	$K_w = [H^+][OH^-]$ $10^{-14} = 0.04[OH^-]$ $[H^+] = 25X10^{-14}$	$log[OH^-]$ $= -log4x10^{-2}$ $= -0.6+2 = 1.4$	pH + pOH = 14 pH = 14−1.4 =12.6

[المحلول]	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
0.0003M $HClO_3$	0.0003M	$K_w = [H^+][OH^-]$ $10^{-14} = 0.003[OH^-$ $]$ $[OH^-] = 3X10^{-11}$	$log[H^+]$ $= -log3x10^{-4}$ $= -0.47+4 = 3.53$	pH + pOH = 14 3.53 + pOH = 14 pOH = 14−3.53 =10.47

س١/ **وز** 2016 **د2** و فراغ وزاري 2014 تمهيدي / محلول مائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.05M فإن قيمة pH له ...... ؟

ج / 13

س٢/ pH لمحلول 0.01 من الفينول C_6H_5OH = 6 احسب درجة تأينه عند تركيز 0.04M ؟

الحل / $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-6}$

$K_a = \frac{X}{[C6H5OH]} = \frac{10}{0.01} = 10^{-10}$

$K_a = \frac{\quad}{[C6H5OH]}$ —

$$\text{درجة التأين} = \frac{X}{[C6H5OH]} = \frac{2X10^{-6}}{0.04} = 5X10^{-5}$$

س٣/ pH لمحلول 0.1M امونيا = 11 كم سيصبح pH المحلول عندما يصبح تركيز 0.001M ؟

ج / 10

س٤/ ماحجم الماء اللازم اضافته الى لتر من محلول البريدين C_5H_5N تركيزه 0.4M لتنخفض قاعدية المحلول الى النصف ؟ علما ان $K_b=10^{-9}$.

ج / 3L

س٥/ حامض احادي البرتون HX . درجة تأينه اكبر من ثابت تفككه بمقدار مليون مرة ، احسب pH المحلول ؟

ج / 6

س٦/ محلول لحامض HCN خفف بالماء المقطر النقي (100 مرة) حتى اصبحت pH = 6 ، احسب pH المحلول قبل التخفيف ؟

ج / 5

س٧/ محلول 0.1M الكتروليت ضعيف pH له = 4 ، احسب عدد مرات الزيادة في درجة التأين بعد جعل حجمه عشرة امثال ماكان عليه ؟

ج / 3

س٨ / ما عدد مولات حامض الكبريتيك H_2SO_4 اللازم أضافتها الى 0.5L من الماء المقطر لتصبح pOH = 13 ؟

ج / 0.025mol

التمذوب (التحلل المائي) هو تفاعل المادة مع الماء حيث تتضمن بعضها تفاعل الايون السالب للحامض الضعيف (القاعدة القرينة) او الايون الموجب للقاعدة الضعيفة (الحامض القرين) مع ايونات H^+ او OH^- ، كما في :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NH_4^+ + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H^+_{(aq)}$$

تصنيف الاملاح وقوانينها

اولاً : الاملاح متعادلة (قواعد قوية + حوامض قوية) هي املاح تتكون من الايون الموجب للقاعدة القوية والايون السالب للحامض القوي ، مثل :

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

قاعدة قوية　حامض قوي　ملح متعادل من كلوريد الصوديوم　ماء

$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

فالمحلول المائي لهذا الملح يحتوي على اربعة ايونات هي $(Na^+ , Cl^- , H^+ , OH^-)$ وان هذه الايونات عبارة عن ايونات ضعيفة لذلك لايمكنها التفاعل بشكل ملحوظ مع الماء لذلك هي متعادلة حيث ان $pH=7$ مهما كان تركيزها .

علل /وز 2013 د2/المحاليل المائية للملح الناتج من القاعدة القوية والحامض القوي تكون متعادلة ؟

ج / لان ايوناتها الضعيفة الموجبة او السالبة ليس لها القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء فلا تجعل الاتزان بين H^+ و OH^- يضطرب .

علل / لاتؤثر اذابة الاملاح المتعادلة في الماء على قيمة pH ؟

ج / لان ايوناتها ضعيفة ليس لها القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء .

علل / لاتؤثر اذابة ملح كلوريد الصوديوم في الماء على قيمة pH الماء ؟

ج / لانه ملح قوي يعطي ايونات ضعيفة ليس لها القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء .

س /فراغ وز 2016 د1/ يكون المحلول المائي لملح NaCl متعادلاً وذلك لانه ملح مشتق من ....؟

ج / لان مشتق من قاعدة قوية هي هيدروكسيد الصوديوم NaOH وحامض قوي هو HCl .

ثانيا : الاملاح القاعدية (قواعد قوية + حوامض ضعيفة) هي املاح تتكون من تفاعل الايون الموجب للقاعدة القوية مع الايون السالب للحامض الضعيف فعند اذابته في الماء فإن الايون القادم من الحامض الضعيف سيكون قوي له القابلية على التفاعل مع الماء لتكوين الحامض الضعيف غير المتفككة اضافة الى ايونات OH^- المسؤولة عن الصفة القاعدية فيضطرب الاتزان بينه وبين H^+ مما يؤدي الى زيادة $[OH^-]$ فيكون الملح قاعدي كما في الاتي :

$$CH_3COONa_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+ + CH_3COO^-$$

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

CH_3COO^- و $H^+_{(aq)}$ ⟵⟶ $CH_3COOH_{(aq)}$

يزاح موقع الاتزان ⟹

يمثل ايون الخلات قاعدة قرينة للحامض الضعيف CH_3COOH فعند تفاعلها مع ايونات H^+ لتكوين الحامض الضعيف مما يؤدي الى نقصان كمية H^+ في المحلول ما يجعل جزيئات الماء تتأين لتعويض النقص حسب قاعدة لي شاتليه مما يزيد من تركيز OH^- فيصير المحلول قاعدياً .

$$CH_3COO^- + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

يدعى ثابت الاتزان لهذا التفاعل بثابت التحلل المائي K_h وهو بصورة عامة :

$$K_h = \frac{[CH3COOH][OH^-]}{[CH3COO^-]}$$

وبشكل عام للحامض الضعيف يمكن التعبير عنه بالاتي : $K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$

س / علل وز 2015 د1 وز 2014 تمهيدي / محاليل الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تعد محاليل قاعدية ؟

ج / لان القواعد القوية عند ذوبانها في الماء ستنتج ايونات ضعيفة لايمكنها التفاعل مع الماء ، بينما الايون القادم من الحامض الضعيف ايون قوي لهه القابلية على التفاعل مع الماء وبذلك سينقص تركيزه فيكون المحلول قاعدي التأثير .

علل / محلول خلات البوتاسيوم قاعدي التأثير ؟ ج / اعلاه .

س/ يكون المحلول المائي لسيانيد الصوديوم (متعادل–حامضي – قاعدي) التأثير بالدلائل ؟

الحل / ملح قاعدي لانه ناتج من قاعدة قوية NaOH + حامض ضعيف HCN .

س/ اختر ما يناسب التعابير الاتية : محلول سيانيد الامونيوم له تأثير (قاعدي ، حامض ، متعادل) علما ان K_b للامونيا = $2X10^{-5}$ و K_a لحامض الهيدروسيانيك = $4.9X10^{-10}$ ؟

الحل / من القيم نجد ان $K_b > K_a$ لذلك فهو قاعدي .

علل / تزداد قيمة pH الماء المقطر عند اذابة كمية من خلات البوتاسيوم فيه ؟

ج / لان هذا الملح هو ملح قاعدي ناتج من حامض ضعيف هو حامض الخليك CH_3COOH وقاعدة قوية هي KOH ، فعند اذابته في الماء سيتفاعل ايون الخلات مع الماء لتكوين حامض الخليك فإن الماء لتعويض النقص الحاصل في كمية H^+ مما يزيد من تركيز OH^- مما يؤدي الى زيادة قيمة pH .

عملية اشتقاق او الحصول على قانون ثابت التحلل المائي :

$$\frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \quad \frac{[H^+]}{[H^+]} \qquad \frac{[HA]}{[A^-][H^+]} \quad \frac{[OH^-][H^+]}{}$$

$$\frac{}{[HA]} \quad \frac{}{} \quad \frac{}{[HA]}$$

$pK_h = Pk_W - pK_a$ وبأخذ سالب اللوغارتيم —

$[OH^-]=\sqrt{CX\frac{K_W}{}}$ Or $[H^+]=\sqrt{\frac{}{}}$

pH=- [p]

حل تمرين 10

$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W X K_a}{}}=\sqrt{\frac{10 \quad X49X10}{}} = 7 X 10^{-12}$$

$$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = 7x10^{-12} \text{ x } [OH^-] \rightarrow [OH^-] = 1.43 \text{ x } 10^{-3}$$

ثالثاً : املاح حامضية (حوامض قوية + قواعد ضعيفة)

هي املاح تتكون من تفاعل الايون الموجب للقاعدة الضعيفة مع الايون السالب للحامض القوي فعند اذابته في الماء فإن الايون القادم من القاعدة الضعيفة سيكون قوي لـه القابلية على التفاعل مع الماء لتكوين القاعدة الضعيفة غير المتفككة اضافة الى ايونات H^+ المسؤولة عن الصفة الحامضية فيضطرب الاتزان بينه وبين OH^- مما يؤدي الى زيادة $[H^+]$ فيكون الملح حامضي كما في الاتي :

$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^-{}_{(aq)} + H^+{}_{(aq)}$

NH_4OH

يزاح موقع الاتزان

$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$\frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ ___

س / برهن ان $K_h = \frac{W}{}$ ؟

الحل /

$M^+ + H_2O \rightleftharpoons MOH + H^+$

$\frac{[MOH][H^+]}{[NH_4^+]} =$ ___

حيث ان [MOH] = تركيز القاعدة الضعيفة .

$[H^+]$ = تركيز الحامض القوي .

$[M^+]$ = التركيز الابتدائي للملح .

وبما ان $[MOH] = [H^+]$ اذن :

$\frac{[H^+]^2}{[M^+]} = \frac{[H^+]}{}$ ___

ومن خلال هذا نستنتج العلاقات الاتية مع تجاوزنا للسؤال :

$[H^+] = \sqrt{cx\frac{Kw}{}}$ or $[H^+] = \sqrt{cx}$

$pH = -[p \quad]$

حل تمرين 11 / وز 2014 تمهيدي /

$pH = \frac{1}{}[pK_W - pK_b - \log_C] = \frac{1}{}[14 - 4.74 - \log 0.5] = \frac{1}{}[9.56] = 4$

$pH + pOH = 14 \rightarrow 4.78 + pOH = 14 \rightarrow pOH = 9.22$

بما ان pH اقل من 7 اذن المحلول حامضي .

س/ علل 2014 د1 / تكون المحاليل المائية لأملاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ذات صفات حامضية ؟

ج / لان الحوامض القوية عند ذوبانها في الماء ستنتج ايونات ضعيفة لايمكنها التفاعل مع الماء ، بينما الايون القادم من القاعدة الضعيفة ايون قوي لـه القابلية على التفاعل مع الماء وبذلك سينقص تركيزه فيكون المحلول حامضي التأثير .

اسئلة وزارية وخارجية مهمة الفكرة حول الاملاح القاعدية والحامضية

س١/ وز 2016 د1 خارج القطر/ ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم اذا علمت ان لتر منه بتركيز 0.2M يحتوي على تركيز ايون الهيدروجين = 10^{-9}M ؟

الحل / ملح خلات الصوديوم ملح قاعدي لانه ينتج من تفاعل قاعدة قوية وحامض ضعيف :

______ بالتجذير $\sqrt{\quad}$ $[H^+]=\sqrt{\quad}$

$$K_h=\frac{K_W}{K}=\frac{10^{-14}}{2X10^{-5}}=5X10^{-10}$$

س٢/ الاس الهيدروجيني لمحلول احد الاملاح يساوي =5 وثابت التأين للالكتروليت الضعيف المشتق منه الملح يساوي 10^{-5} فما هو تركيز الملح ؟ ج / 0.1M

س٣/ الاس الهيدروجيني لاحد الاملاح = 11 بتركيز 0.01 فما قيمة K_h له ؟ ج / 10^{-4}

س٤/ لتر من محلول الكتروليت ضعيف PH=3 ولتر أخر من ملح الالكتروليت الضعيف PH=9 لهما نفس التركيز . احسب ثابت تفكك الالكتروليت الضعيف ؟ ج / 10^{-5}

س٥/ جد تركيز 10ml من هيدروكسيد الصوديوم اللازم اضافته الى لتر من 0.1M من حامض الخليك لتصبح درجة تفككه $2X10^{-4}$ (اذا علمت ان pH خلات الصوديوم بتركيز 0.1M = 9) ؟

ج / 5M

س٦/ ما عدد غرامات خلات الصوديوم الواجب اذابتها في 500ml من الماء النقي لنحصل على اس هيدروجيني = 8 ؟ استفد (M=82g/mol , $K_a=10^{-5}$) ج / 0.041g

س٧/ وجد ان 0.02M من HCN يتأين بدرجة 0.0001 فما وزن KCN (M=49g/mol) اللازم اذابته في نصف لتر من الماء للحصول على محلول دالته الحامضية = 11 ؟ ج / 0.49 g

س٨/ نصف لتر من محلول احد الاملاح تركيز الهيدروكسيد فيه = 10^{-9}M ، جد عدد مولات الملح المذاب في المحلول ؟ اذا كان ثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه الملح = 0.00002 .

ج / 0.1mol

بعض الملاحظات المهمة في الاتزان الايوني التي تخص $\triangle pH$

١. نجد قيمة pH_1 قبل الاضافة للمادة الموجودة اصلا في التفاعل .

٢. نجد قيمة pH_2 بعد الاضافة للمزيج .

٣. نطبق العلاقة الاتية : $\triangle pH = pH_2 - pH_1$

٤. عند اعطاء $\triangle pH$ فإن له ثلاث احتمالات :

أ. موجب + عند اضافة مادة قاعدية (قاعدة او ملح قاعدي) .

ب. سالب – عند اضافة مادة حامضية (حامض او ملح حامضي) .

ج. عندما يقول في السؤال (تغير بمقدار) تعني زيادة في pH اذا كانت الاضافة قاعدية ، وقد تعني نقصان في pH اذا كانت الاضافة حامضية .

ح. ان التغير في $pH = -pOH$

خ. في مسائل محاليل بفر تكون دائما اقل من 1 .

س٩/ ما تركيز نترات مثيل الامونيوم $CH_3NH_3NO_3$ التي عند اضافة 10ml منها الى نصف لتر من الماء لتتغير قيمة pH بمقدار وحدة واحدة ؟ علما ان pH لمحلول 1M لمثيل امين =12 ؟

الحل / $pH + pOH = 14 \rightarrow pOH = 14-12 \rightarrow [OH^-]=10^{-pOH}=10^{-2}$

$\overline{[CH3NH2]}$ ——

الاضافة حامضية لذلك التغير بالدالة الحامضية بالسالب :

$\triangle pH = pH_2 - pH_1 \rightarrow -1 = pH_2 - 7 \rightarrow pH_2 = 7-1 = 6 \rightarrow [H^+]=10^{-pH}=10^{-6}M$

$[H^+]=\sqrt{cx\ —}$ $\sqrt{cx\ —}$ —— ——

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow M_1 \times 10/1000 = 0.01 \times 0.5 \rightarrow M_1 = 0.5\ M$

س١٠/ للاطلاع / محلول مائي مخفف من 0.2M خلات الصوديوم حجمه 200ml تم تبخير المحلول وبعد فترة زمنية معينة اصبح حجم المحلول 100ml احسب التغير في الدالة الحامضية للمحلول ؟

ج/ 0.15

س١١/ محلول امونيا بتركيز 0.1M pH = 11 احسب pH محلول حجمه (200ml) يحتوي على 0.02mol من كلوريد الامونيوم ؟

ج/ 5

س١٢/ جد $[H^+]$ و $[OH^-]$ عند مضاعفة حجم حامض الكبريتيك الذي تركيزه 0.2M ؟ ج/ $5X10^{-14}$

س١٣/ ما هو تركيز حامض الكروميك اللازم اضافته الى لتر من الماء المقطر لتغيير قيمة pH الماء بمقدار 5 وحدات ؟

ج / $5X10^{-3}$

س١٤/ درجة تأين حامض الهيدروفلوريك بتركيز 0.04M = 10^{-3} . احسب عدد المرات التي يخفف اليها محلول الحامض لتصبح درجة التأين 0.002 ؟

ج / 4

س١٥/ حامض ضعيف احادي القاعدة وملحه تركيزهما متساوي فإذا كان التحلل المائي للملح = 10^{-9} و pH = 3 للحامض جد تركيزهما وpH الملح ؟

ج / 9

س١٦/ تنخفض القيمة العددية لـ pH للماء النقي عند اذابة نترات الامونيوم فيه ؟

الحل / لان ملح NH_4NO_3 ملح حامضي يتكون من حامض قوي HNO_3 وقاعدة ضعيفة NH_4OH فعند تأينها في الماء تعطي حامض قرين قوي هو NH_4^+ الذي يتفاعل مع الماء مخلفاً H^+ الذي يزيد من حامضية المحلول فتقل قيمة الدالة الحامضية له كما في الاتي :

$$NH_4NO \longrightarrow NH_4^+ + NO^-$$

ملح حامضي   حامض قرين قوي   قاعدة قرينة ضعيفة

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

س١٧/ تزداد قيمة pH للماء المقطر عند اذابة كمية من KCN فيه ؟

الحل / لان ملح سيانيد البوتاسيوم ملح قاعدي يتكون من حامض ضعيف HCN وقاعدة قوية KOH فعند تأينه في الماء يعطي قاعدة قرينة قوية CN^- تتفاعل مع الماء فتخلف OH^- الذي يزيد من القاعدية ويرفع قيمة pH المحلول كما في الاتي :

$$KCN \longrightarrow K^+ + CN^-$$

ملح قاعدي   حامض قرين ضعيف   قاعدة قرينة قوية

$$H_2O + CN^- \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

س١٨/ تركيز ايونات الخلات اقل من تركيز ايونات البوتاسيوم في المحلول المائي لخلات البوتاسيوم ؟

الحل / لان خلات البوتاسيوم ملح قاعدي ناتج عن الحامض الضعيف CH_3COOH والقاعدة القوية هيدروكسيد البوتاسيوم KOH فعند تأينه يعطي قاعدة قرينة قوية هي جذر الخلات الذي بدوره يتفاعل مع الماء فيقل تركيز فيزداد تركيز ايون البوتاسيوم لانه حامض قريت لايتفاعل مع الماء فيحافظ على تركيزه في المحلول كما في الاتي :

$$CH_3COOK \longrightarrow CH_3COO^- + K^+$$

ملح قاعدي   قاعدة قرينة قوية   حامض قرين ضعيف

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

الايـــون المشـــترك هو الايون النـاتج عندما نريد التقليل من تفكك الكتروليت ضعيف ما بوساطة الكتروليت قوي شرط ان يحتوي هذا القوي على ايون مشابه لاحد ايونات الضعيف حيث انه سيرجح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الزيادة حسب لو شاتليه .

تأثير الايون المشترك هي ظاهر تقليل من تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول وهي حالة خاصة من قاعدة لو شاتليه .

انواع الايون المشترك

١. **حامض ضعيف + ملحه القاعدي** :

$$HCN \rightleftharpoons H^{+} + CN^{-}$$

$$KCN \rightarrow K^{+} + CN^{-}$$

٢. **قاعدة ضعيفة + ملحها الحامضي** :

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^{+} + OH^{-}$$

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^{+} + Cl^{-}$$

ملاحظة ١/ جميع تعاليل الايون المشترك للنوع الاول جوابها الاتي : يترجح التفاعل العكسي بسبب الزيادة في تركيز الايون المشترك ويقل [H] فيزداد pH وتقل درجة تأين الحامض الضعيف .

ملاحظة ٢/ جميع تعاليل الايون المشترك للنوع الثاني جوابها الاتي : يترجح التفاعل العكسي بسبب الزيادة في تركيز الايون المشترك ويقل [OH] فيزداد pOH وتقل درجة تأين القاعدة الضعيفة .

حل تمرين 12 نجد درجة تأين الامونيا قبل اضافة الملح اليها :

[NH3]

درجة التأين= [NH3

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^{+} + OH^{-}$$

0.1−X   X   X

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^{+} + Cl^{-}$$

0.5   0.5   0.5

نجد تركيز كلوريد الامونيوم :

$$m=M.V.M \rightarrow M=\frac{26.75}{1X52.5}=0.5M$$

$(X+0.5)(X)$

[NH3]

درجة التأين = [N

التأثير في درجة التأين $\frac{\text{درجة التأين 1}}{\text{درجة التأين 2}}$ $\frac{1.3X10^{-2}}{3.6X10^{-5}}$ 361

ما هو الأيون المشترك ؟؟

س:- في الشكل المقابل إذا تم إضافة (المحلول ١) إلى (المحلول ٢) أي الأيونات ستزيد أثناء الإضافة :

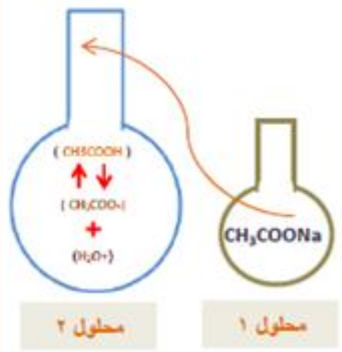
أختر (H_3O^+ - CH_3COO^- - CH_3COOH)

س:- وفقا لقاعدة لوتشاتيلة سيتجه التفاعل إلى الاتجاه :

(يسار " التفاعل الإنعكاسي " أم يمين " التفاعل الأمامي ")

س:- ماذا نطلق على ايون (CH_3COO^-) ؟ ولماذا ؟

الجواب - (يطلق عليه اسم الأيون المشترك وذلك لأنه نتج عن مصدرين هما الحامض الضعيف " حامض الخليك CH_3COOH " وملح خلات الصوديوم CH_3COONa)



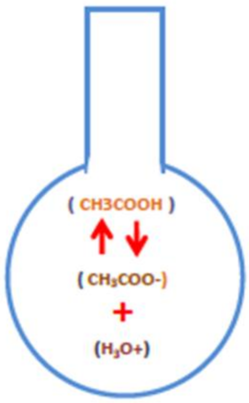
نتيجة

في التفاعلات الانعكاسية " المتزنة " عند زيادة تركيز أحد المواد سيتجه التفاعل للاتجاه الذي يقلل من الزيادة في تركيز المادة المضافة وذلك وفقا لقاعدة لوتشاتلية وهذا ما تم دراسته سابقا ،

تدريب اولي

الدورق المقابل يحتوي عل كمية من حامض الخليك CH_3COOH متفكك الى أيوني الخلات CH_3COO^- وايون الهيدرونيوم H_3O^+ فإذا قمنا بما يلي :

١. زيادة ايون H_3O^+ ما الذي سيحدث للتفاعل وبأي اتجاه سيتجه وفقاً لقاعدة لو شاتليه :
(يسارا كتفاعل خلفي ، يميناً كتفاعل امامي)
٢. لماذا ؟



للاطلاع :

ما تأثير الأيون المشترك على حامضية المحلول ؟

تذكر قبل حل السؤال التالي : أن العلاقة بين :

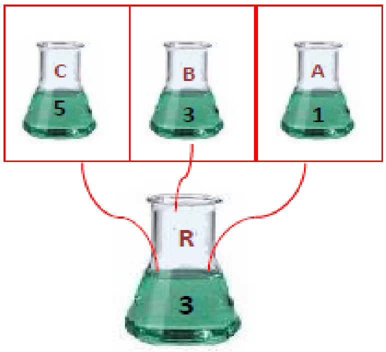
$[H_3O^+]$ و PH علاقة عكسية فكلما قل تركيز الهيدرونيوم زاد الرقم الهيدروجيني .

س:- الدورق (R) يحتوي على حامض الخليك (CH_3COOH) الرقم الهيدروجيني (PH) له يساوي (3) فإذا تم إضافة كمية من ملح (CH_3COONa) إلى محلول الحامض فأن المحلول الناتج هو المحلول الموجود في الدورق :

(الدورق "A" - الدورق "B" - **الدورق "C"**) أختر

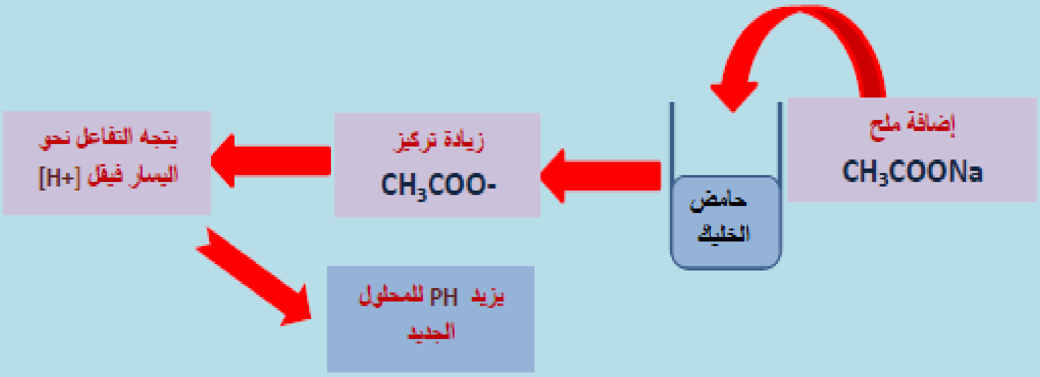
س:- علل إجابتك السابقة :

الجواب - (من المعروف أنه عند إضافة اضافة ملح سيزيد أيون الخلات CH_3COO^- ، زيادته تؤدي إلى اتجاه التفاعل ناحية اليسار وهذا يؤدي إلى نقصان تركيز ايون الهيدروجين وذلك نتيجة استهلاكه للتفاعل مع ايون الخلات وبالتالي تكوين الحامض وكون أيون الهيدروجين قل سيزيد تبعا لذلك PH .



نتيجة

- يعمل الأيون المشترك الناتج عند **الحامض** الضعيف والملح المحتوي على القاعدة المرافقة **للحامض** الضعيف مثل (CH_3COOH و CH_3COONa) على زيادة الرقم الهيدروجيني للمحلول وذلك بسبب نقص أيون الهيدروجين الموجب والمخطط التالي يوضح ذلك :



المحاليـل المنظمـة (محاليـل بفـر) / وز 2014 تمهيدي / محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة لضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (pH) عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوية او قاعدة قوية اليه .

$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} \quad or \quad [H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} \quad or \quad [OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$$

تعاليل مهمة

١. لا تنخفض قيمة pH محلول بفري لحامض الخليك وخلات الصوديوم عند اضافة مقدار قليل من حامض HCl اليه ؟

ج / لان ايون الهيدروجين القادم من حامض HCl سيتفاعل مع ايون الخلات الناتج عن تأين خلات الصوديوم لتكوين حامض الخليك مما يحافظ المحلول على قيمة pH له .

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$$

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$$

٢. لاتزداد pH محلول منظم لحامض الخليك وخلات الصوديوم كثيراً عند اضافة مقدار قليل من NaOH اليه ؟

ج / لان ايونات OH^- الناتجة من تفكك القاعدة القوية المضافة ستتفاعل مع ايونات الهيدروجين القادمة من تفكك حامض الخليك لتكوين الماء لذلك يبدأ حامض الخليك بالتفكك من اجل تعويض ايونات الهيدروجين التي تفاعلت مع ايونات الهيدروكسيد وبذلك لن تتأثر كثيراً قيمة pH لهذا المحلول كما في المعادلات الاتية :

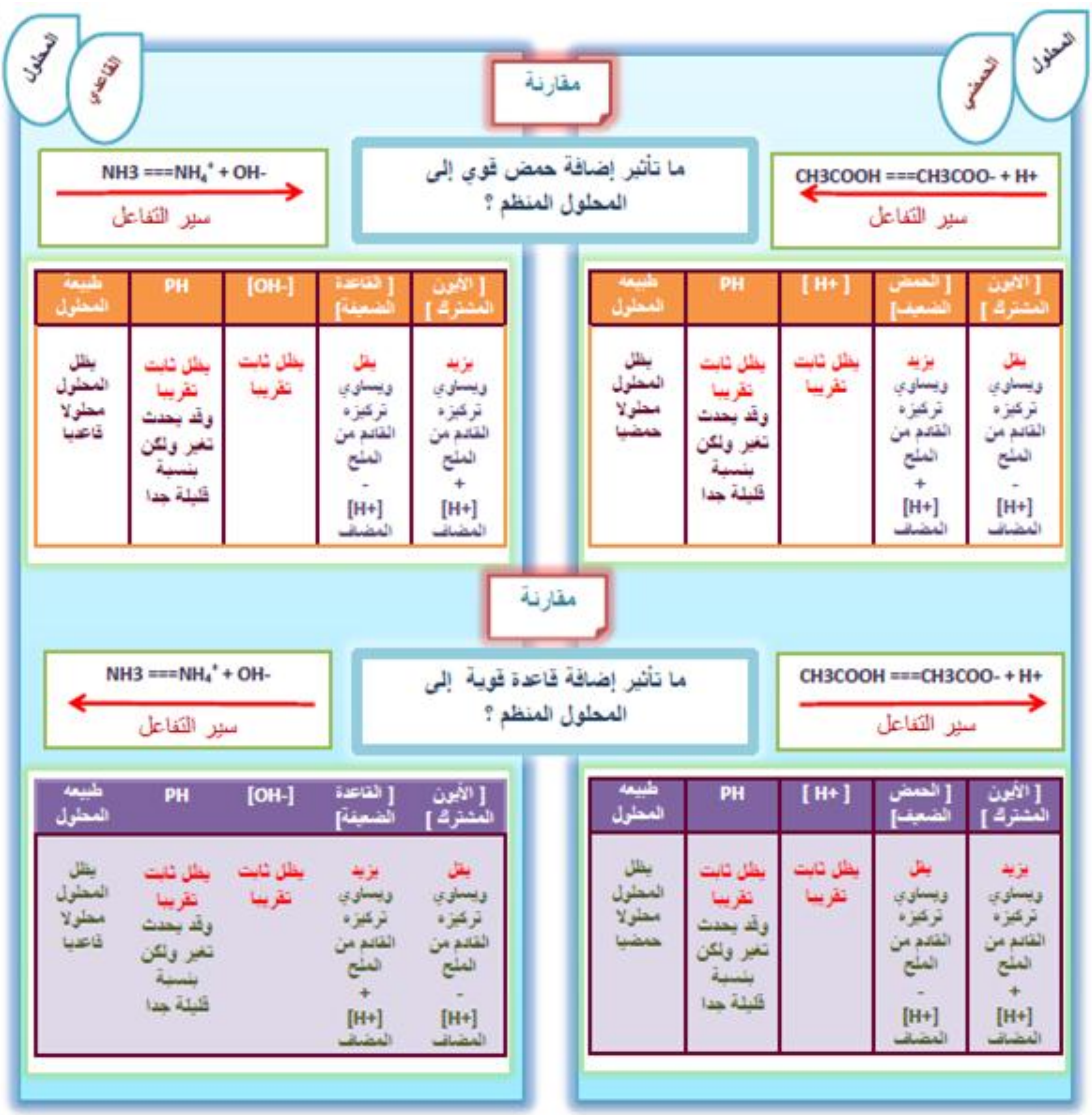
$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$$

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

ادناه صوره للاطلاع .



حل تمرين 13 / وز 2014 تمهيدي /

$$pOH = pK_b + \log\frac{[\quad]}{[base]} \qquad \frac{[0.3]}{[0.15]}$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14-5.04=8.96$$

$$\overline{[NH3]} \qquad \overline{[0.15]}$$

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log 164X10^{-5} =2.78$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14-2.78=11.22$$

نلاحظ ان الدالة الحامضية للقاعدة قد انخفضت لان الاضافة حامضية حيث ان ملح كلوريد الامونيوم هو ملح ناتج عن حامض قوية HCl مع قاعدة ضعيفة هي NH_4OH .

حل تمرين 14

$$\frac{[salt]}{[acid]} \qquad \frac{[0.3]}{[acid]}$$

$$\frac{[0.3]}{[acid]} \quad 0.37[acid]=0.3 \rightarrow [acid] = 0.81M$$

حل تمرين 15 / وز 2016 د1/

نجد الدالة الحامضية قبل تكوين بفر عن طريق الايون المشترك :

$$pOH = pK_b + \log\frac{[\quad t]}{[base]} \qquad \frac{[0.1]}{[0.1]}$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14-4.74=9.26$$

نجد الدالة الحامضية بعد تكوين بفر وللعلم سنسبق البسط بإشارة موجبة لان الاضافة حامضية والملح قبلها نجري التخفيف :

$$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10 \times 1= M_2 \times 1000 \rightarrow M_2= \frac{10}{1000} = 0.01M$$

$$H_2SO_4 \Longrightarrow 2H^+ + SO_4^{=}$$

$$0.01 \qquad 2x0.1= 0.02 \qquad 0.01$$

$$pOH = pK_b + \log\frac{[\qquad]}{[base-H^+]} \qquad \frac{[0.1+0.02]}{[0.1-0.02]}$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14-4.94=9.06$$

$$\triangle pH =pH_2-pH_1 \rightarrow \triangle pH =9.06-$$

نلاحظ ان التغير بالسالب وذلك لان الاضافة حامضية .

س/ مثال 14 / وز 2014 د2 النازحين / احسب تركيز ايون H^+ و pH لمحلول مكون من مزيج 0.1M حامض الخليك و 0.2M خلات الصوديوم ؟ علما ان $K_a=1.8X10^{-5}$

الحل /

$$[H^+] = K_a \times \frac{[\quad]}{[salt]} = 1.8x10^{-5}x\frac{[0.1]}{[0.2]} = 9x10^{-6}M$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log 9x10^{-6}=-(0.96-6)=5.04$$

او :

$$pH = pK_a + \log\frac{[\quad]}{[acid]} \qquad \frac{[0.2]}{[0.1]}$$

$$[H^+]=10^{-pH}=10^{-5.04}=10^{-5.04}x10^{+6}x10^{-6}=10^{+0.96}x10^{-6} = 9x10^{-6}M$$

اسئلة وزارية مهمة الفكرة

س١/ وز 2016 د2 / احسب كتلة كلوريد الامونيوم NH_4Cl (M=53.5g/mol) الواجب اضافتها الى ربع لتر من محلول ربع لتر من محلول 0.2M امونيا لجعل pH المحلول = 9 ؟ علماً ان ثابت تفكك الامونيا = $1.6x10^{-5}$ وان log1.8=0.26 .

ج / 4.8g

س٢/ وز 2016 د2 خارج القطر / لتر من محلول يحتوي على 0.04M من حامض ضعيف و0.02M من ملحه ، ماعدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ اللازم اضافته لتصبح pH = 9.3 ؟ علماً ان $K_a=10^{-9}$. ج / 0.02mol

س٣/ وز 2016 د1 خارج القطر / احسب مقدار التغير في قيمة pH بعد اضافة 20ml من 0.2M حامض الخليك الى 20ml من 0.1M هيدروكسيد الصوديوم ؟ علماً ان $K_{aCH3COOH}=1.8X10^{-5}$ و log1.8=0.26 . ج / 8.26-

س٤/ وز 2015 تمهيدي خارج القطر / محلول الامونيا حجمه لتر ودالته الحامضية 11 ودرجة تفكك الامونيا فيه = 0.02 ، احسب pH المحلول بعد اضافة 0.1mol من NH_4Cl ؟ ج / 5

س٥/ وز 2015 د2 / احسب التغير في قيمة pH بعد اضافة 0.025M من محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر من محلول بفر مكون من 0.1NH3 و 0.3M NH4Cl ؟ علماً ان KbNH3=2x10−5 و log3=0.47 , log1.6=0.2 . ج / 0.27+

س٦/وز 2015 د1/ احسب مقدار التغير لـ pH بعد اضافة 0.01M من حامض الكبريتيك H_2SO_4 الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم بتركيز 0.1M لكل منهما ؟ علماً ان $K_a=1.8X10^{-5}$ و log1.8=0.26 , log3=0.477 , log2=0.3 . ج / 0.17-

س٧/ وز2014 تمهيدي / اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك 0.1M من حامض الهايدروسيانيك HCN=0.01% . فما قيمة pH المحلول عند اضافة 0.2M سيانيد البوتاسيوم KCN اليه ؟

ج / 9.3

س٨/ وز2015 تمهيدي / نصف لتر من محلول HCN 0.1M و KCN 0.3M . احسب التغير في قيمة pH عند اضافة 0.025mol من H_2SO_4 ؟ علماً ان $PK_a=9.31$. ج / 0.47−

س٩/ احسب pH المحلول الناتج من اضافة محلول خلات البوتاسيوم $[OH^-]$ فيه $10^{-5}M$ الى محلول حامض الخليك تركيزه 0.01M مع العلم ان $K_a=10^{-5}$ ؟ ج / 6

س١٠/ اضيف $300cm^3$ من محلول يحتوي على $64X10^{-2}mol$ من بنزوات الصوديوم الى $700cm^3$ من الماء المقطر فتغيرت قيمة pH بمقدار 2 فإذا اضيف $32X10^{-2}mol$ من حامض البنزويك اليه . احسب قيمة pH المحلول الناتج علماً ان log2=0.3 , og6.4=0.8 ج / 4.5

س١١/ pOH لمحلول كلوريد الامونيوم الناتج من اذابة 0.02mol في 100ml من الماء = 9 احسب pH للمحلول بعد اضافة 0.1mol من الامونيا الى لتر منه ، log2=0.3 . ج/ 9

س١٢/ ما عدد مولات كلوريد الامونيوم اللازم اضافتها الى لتر من محلول الامونيا لتتغير قيمة pOH من 3 الى 5 وما عدد مولات KOH الواجب اضافتها الى محلول الامونيا وملحها لتصبح قيمة pH المحلول =9.3 علما ان $K_b=2x10^{-5}$ و log2=0.3 . ج / 0.1mol . 0.025mol

س١٣/ محلول للأمونيا حجمه لتر ودالته الحامضية = 11 ودرجة تفكك الامونيا فيه = 0.02 ، جد:

1) pH المحلول بعد اضافة 0.1mol من NH_4Cl ؟ ج / 5

2) pH المحلول بعد اضافة 0.05mol من KOH الى المحلول المتكون اولاً ؟ج /9.6

س١٤/ اراد كيميائي ان يحضر محلولاً منظماً فوجد ان اضافة نصف لتر من محلول حامض الخليك الى نصف لتر من محلول خلات الصوديوم اصبح تركيز الحامض ضعف تركيز الملح وبعد اضافة 0.1mol من هيدروكسيد الصوديوم الى المحلول المتكون اصبحت قيمة pH=5 احسب : ١. تركيز الحامض والملح ؟ ٢. pH قبل المزج ؟ علماً ان log2=0.3 , $K_a=2x10^{-5}$

ج / 0.2M ، 0.1M ، 9

س١٥/ للاطلاع / اذا كان PH خلات البوتاسيوم بتركيز 0.1M اكبر من PH خلات الصوديوم بمقدار وحدة واحدة ما هو تركيز خلات الصوديوم ؟ ج / 10^{-3}M

س١٦/ اضيف ربع لتر من الكتروليت ضعيف الى ثلاثة أرباع اللتر من الماء المقطر فانخفضت قيمة الـ pH بمقدار 4 وحدات فإذا علمت أن ثابت تفككه 10^{-5} . أحسب التركيز المولاري للحامض قبل الاضافة ؟ وماعدد مولات الملح المشتق منه الحامض الواجب اضافته لجعل pH تزداد بمقدار وحدتين . ج / 0.4M ، 0.1mol

س١٧/ pH لمحلول بتركيز 0.1M لأحد الاملاح =9 جد عدد مولات الالكتروليت الضعيف المشتق من الملح الذي يجب اضافته الى لتر من محلول الملح لجعل الدالة الحامضية = 6 ؟ ج / 0.01mol

س١٨ / لتر من محلول منظم يحتوي على 0.5mol من NH_3 و 0.3 mol من NH_4Cl . احسب التغير في قيمة pH بعد اضافة 0.1mol من H_2SO_4 إليه ؟ علما ان log5=0.7 , log3=0.5

ج / 0.4-

س١٩ / تم اضافة عدد مولات من الكتروليت ضعيف درجة تأينه 0.01 الى لتر من الماء تم تخفيفه فأصبح حجم المحلول 4 امثال حجمه الاصلي ماعدد مولات ملحه الذي يضاف الى المحلول ليصبح التغير بالدالة الحامضية = 2 علما بأن Kh للايون السالب للملح = 10^{-9} ؟ ج / 0.2mol

الحــالات الخاصة من محاليل التعادل

١. حامض قوي + قاعدة قوية هذه الحالة تخضع لثلاث احتمالات :

أ. **اذا كانا بنفس التركيز فالتفاعل هنا تفاعل تعادل (ملح تعادل) فإن** pH **له** = 7 .

ب. **اذا كانت كمية القاعدة اكبر من كمية الحامض فنطبق العلاقة الاتية لايجاد الدالة القاعدية :**

$$[OH^-]_{\text{الكلية}} = [OH^-] - [H^+]$$

س/ عند اضافة 0.1mol من هيدروكسيد الباريوم الى لتر من 0.1M حامض الهيدروكلوريك هل يتكون محلول متعادل ام قاعدي او حامضي ؟ وضح ذلك رياضياً ؟

الحل / بما ان الحجم لتر واحد فإن n=M :

$Ba(OH)_2 \Rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

0.1 M　　　2X0.1= 0.2M

$HCl \Rightarrow H^+ + Cl^-$

0.1M　　　1X0.1=0.1M

كمية القاعدة اكبر من كمية الحامض فلذلك نحسب قيمة pH من القاعدة

$[OH^-]_{\text{الكلية}} = [OH^-] - [H^+] = 0.2 - 0.1 = 0.1M$

$POH = -\log[OH] = -\log 10^{-1} = 1 \rightarrow pOH + pH = 14 \rightarrow pH = 14 - 1 = 13$

اذن المحلول قاعدي لان الدالة فوق 7 .

ج . **اذا كانت كمية الحامض اكبر من كمية القاعدة فنطبق العلاقة الاتية لايجاد الدالة الحامضية :**

$$[H^+]_{\text{الكلية}} = [H^+] - [OH^-]$$

س/ لتر من محلول يحتوي على 0.2M من $Ca(OH)_2$ أضيف اليه لتر من محلول يحتوي على (HCl) حتى اصبحت قيمة pH = 1 ، جد عدد مولات HCl المضاف ؟

الحل / نجد تركيز القاعدة بعد التخفيف او الاضافة :

$*(M.V)_1 = (M.V)_2 \rightarrow 0.2X1 = M_{Ca(OH)_2} X\ 2 \rightarrow M_{Ca(OH)_2} = 0.1M$

$Ca(OH)_2 \quad Ca^{+2} + 2OH^-$

0.1　　　2(0.1)

$[H^+]_{\text{الكلية}} = [H^+] - [OH^-] \rightarrow 0.1 = [H^+] - 0.2 \rightarrow [H^+]_{\text{بعد الاضافة}} = 0.3M$

منها نجد تركيز الحامض المضاف :

$MX1 = 0.3X2 \rightarrow M_{HCl} = 0.6M = 0.6mol$

س/ احسب عدد غرامات NaOH اللازم اضافتها الى لتر من محلول 0.2M من HCl لجعل pH المحلول الناتج = 13 ؟ علما ان M(NaOH)=40g/mol .　　ج / 12g

٢. قاعدة قوية + حامض ضعيف هذه الحالة تخضع لحالتين فقط :

أ. اذا كانت كمية القاعدة = كمية الحامض فإن الناتج سيكون ملح قاعدي فتحسب قيمة pH من قوانين الملح القاعدي .

ب. اذا كانت كمية القاعدة اكبر من كمية الحامض فإنه سيتكون ايون مشترك ناتج من القاعدة القوية ومحلها .

س/ اضيف 10ml من NaOH 0.1M الى 40ml من 0.1M من محلول حامض الخليك احسب pH المحلول الناتج علما ان pKa=4.7 ؟

الحل /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 0.1X10=M_2X50 \rightarrow M_{2KOH}=0.02M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 0.1X40=M_2X50 \rightarrow M_{2CH3COOH}=0.08M$

CH_3COOH	+ $NaOH$	⟹ CH_3COONa	+ H_2O
0.08	0.02	0	0
0.08−0.02=0.06	0.2−0.02 =0.00	0.02	0.02

ايون مشترك

$\frac{[salt]}{[acid]}$ $\frac{[0.02]}{[0.06]}$

٣. حامض قوي + قاعدة ضعيفة هذه الحالة تخضع لحالتين فقط :

أ. اذا كانت كمية الحامض = كمية القاعدة فإن الناتج سيكون ملح حامضي وتحسب قيمة pH من قوانين الملح الحامضي .

ب. اذا كانت كمية القاعدة اكبر من كمية الحامض فإنه سيتكون ايون مشترك ناتج من القاعدة الضعيفة ومحلها :

س/ احسب قيمة pH المحلول الناتج من اضافة 0.1mol من حامض HCl الى لتر من محلول 0.2M امونيا ؟ علما ان pK_b=4.7 و log2=0.3 .

الحل /

NH_4OH	+ HCl	⟹ NH_4Cl	+ H_2O
0.2	0.1	0	0
0.2-0.1=0.1M	0.1-0.1=0	0.1	0.1

ايون مشترك

$\frac{[salt]}{[base]}$ $\frac{[0.1]}{[0.1]}$

امثلة من اسئلة الفصل

س٦ /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x0.1=M_2X20 \rightarrow M_{2HCl}=0.05\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x0.1=M_2X20 \rightarrow M_{2NaOH}=0.05\ M$

HCl +	NaOH ⟹	NaCl +	H_2O
0.05	0.05	0	0
0.05−0.05=0.00	0.05−0.05=0.00	0.05	

الملح متعادل pH=7 لتساوي التراكيز حيث لايتبقى في المحلول الى الملح المتعادل NaCl .

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x0.1=M_2X25 \rightarrow M_{2HCl}=0.04\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 15x0.1=M_2X25 \rightarrow M_{2NaOH}=0.06\ M$

HCl +	NaOH ⟹	NaCl +	H_2O
0.04	0.06	0	0
0.04−0.04=0	0.06−0.04=0.02	0.04	

هنا نحسب الدالة من القاعدة القوية :

$pOH=-\log 2x10^{-2}=1.7 \rightarrow pOH+pH=14 \rightarrow pH=14-1.7=12.3$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x0.1=M_2X20 \rightarrow M_{2HCl}=0.05\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x0.1=M_2X20 \rightarrow M_{2NH_3}=0.05\ M$

HCl +	NH_4OH ⟹	NH_4Cl +	H_2O
0.05	0.05	0	0
0.05−0.05=0.00	0.05−0.05=0.00	0.05	

هنا المتبقي فقط الملح الحامضي لذلك نستخرج الدالة الحامضية منه :

$$pH=\frac{1}{2}[pK_W - pK_b - \log_C]=\frac{1}{2}[14-4.74-\log 0.05]=\frac{1}{2}[\ 10.56\ ]=5.28$$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 15x0.1=M_2X25 \rightarrow M_{2NH_3}=0.06\ M$

HCl +	NH_4OH ⟹	NH_4Cl +	H_2O
0.04	0.06	0	0
0.04−0.04=0.00	0.06−0.04=0.02	0.04	

هنا يتكون ايون مشترك من المتبقي من القاعدة الضعيفة + ملحها :

$$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.74 + \log\frac{[0.4]}{[0.2]} = 4.74 + 0.3 = 5.04 \rightarrow pH = 8.96$$

س٢٢ /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 20x0.2=M_2X70 \rightarrow M_{2NaOH}=0.057\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 50x0.1=M_2X70 \rightarrow M_{2CH3COOH}=0.071\ M$

$NaOH$	+	CH_3COOH	⇨	CH_3COONa	+	H_2O
0.057		0.071		0		0
0.057−0.057=0		0.071−0.057=0.014		0.057		

المتبقي ايون مشترك بين الحامض الضعيف وملحه :

$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 4.74+ \log\frac{[0.057]}{[0.014]} = 4.74 +0.6=5.34$$

س٢٣ /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 25x0.2=M_2X75 \rightarrow M_{2NaOH}=0.066\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 50x0.1=M_2X75 \rightarrow M_{2CH3COOH}=0.066\ M$

$NaOH$	+	CH_3COOH	⇨	CH_3COONa	+	H_2O
0.066		0.066		0		0
0.066−0.066=0		0.06−0.06=0.06		0.066		

المتبقي فقط الملح القاعدي منه نستخرج قيمة pH :

$$pH=\frac{1}{2}[pK_W + pK_a - \log_C] = \frac{1}{2}[14 + 4.74 - \log 66x10^{-3}]$$

$$=0.5[18.74-1.1]0.5[17.64]= 8.8$$

الذوبانية وثابت حاصل الذوبان

المحلول المشبع هو المحلول الناتج عن ذوبان الاملاح الشحيحة الذوبان في الماء حيث تكون فيه حالة اتزان بين الجزء الصلب (غير الذائب او غير المتفكك) وبين الايونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح الذوبان .

ثابت حاصل الذوبانية (K_{sp}) هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للأيونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلا مرفوع الى أس لعدد المولات في المادة .

الذوبانية المولارية (s) هي عدد مولات الملح الشحيح الذوبان التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للملح أي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة .

علل / تختلف المواد في قابلية ذوبانها في الماء ؟

ج / لان قابلية ذوبان المواد تعتمد على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات المكونة للمادة ومقدار ما ينتج من طاقة نتيجة لانتشار هذه الايونات في الماء وتميؤها .

التعبير عن حاصل الذوبان للاملاح الشحيحة الذوبان

١. التعبير عن الاملاح الاحادية – الاحادية التكافؤ مثل $Ag^{+}Cl^{-}$: $K_{sp}=s\times s=s^2$

٢. التعبير عن الاملاح الثنائية – الثنائية التكافؤ مثل $Ba^{+2}SO_4^{=}$: $K_{sp}=s\times s=s^2$

٣. التعبير عن الاملاح الاحادية–الثنائية او الثنائية–الاحادية التكافؤ مثل CsF_2 او $Zn(OH)_2$:

$K_{sp}=s\times(2s)^2=4s^3$

٤. التعبير عن الاملاح الثنائية – الثلاثية مثل $Ca_3(PO_4)_2$: $K_{sp}=(3s)^3\times(2s)^2=108s^5$

ملاحظات مهمة

١. يستدل على ان الملح شحيح الذوبان من خلال ذكر (المحلول المشبع – K_{sp} – الذوبانية) .

٢. قابلية الذوبان تمثل كمية الذائب من الملح الشحيح الذوبان .

٣. عند حساب (K_{sp}) يجب ان تكون الذوبانية بالمولارية فان كانت بالغرامات فيجب تحويلها **بالعلاقة التي تربط بين الذوبانية بدلالة** mol/L **والذوبانية بدلالة** g/L :

$$S_{mol/L}\ \text{الذوبانية بدلالة} = \frac{\text{الذوبانية بوحدة}\ \frac{g}{L}}{M_{g/mol}}$$

٤. يمكن ايجاد ذوبانية الملح الشحيح من خلال ذوبانية احد ايوناته من خلال العلاقة الاتية :

$$\text{الذوبانية المولارية} = \frac{\text{تركيز الايون}}{\text{عدد مولاته بالمعادلة}}$$

٥. يمكن ايجاد الذوبانية من خلال مقدار الانخفاض(النقصان) او الذوبانية بوجود الايون المشترك (y) بالعلاقة الاتية :

مقدار الانخفاض(النقصان) في الذوبانية $= \frac{S}{y}$

٦. يمكن حساب الجزء المترسب من الملح بعد اضافة الايون المشترك من خلال العلاقة الاتية :

مقدار الترسيب = الذوبانية في الماء – الذوبانية في الايون المشترك

٧. يمكن ايجاد الذوبانية من خلال العلاقة الاتية :

مولات الملح الكلي = مولات الملح الذائب + مولات الملح غير الذائب

٨. يمكن ايجاد الذوبانية المولارية من : $M = \frac{m}{MXV}$

٩. يمكن معرفة الذوبانية من خلال ذكر pH او pOH فعندها يجب التعويض مباشرة دون ضربها في مولات H او OH مع تربيعها عند التطبيق .

١٠. النسبة المئوية هي :

النسبة المئوية % = $\frac{y \text{ قابلية الذوبان بوجود الايون المشترك}}{s \text{ قابلية الذوبان للمحلول المائي المشبع}}$ x 100 %

حل تمرين 16

$$S = \frac{\text{الذوبانية بوحدة } \frac{g}{L}}{M_{g/mol}} = \frac{0.0215}{332} = 6.4x10^{-5}$$

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{=}$$

s | 2s | s

$2X6.4X10^{-5}$ | $6.4X10^{-5}$

$$K_{sp} = (2s)^2 \times s = (2X6.4X10^{-5})^2 X\ 6.4X10^{-5} = 1.04X10^{-12}$$

حل تمرين 17 / وز 2013 تمهيدي /

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

s | s | s

$K_{sp} = sxs = s^2 \rightarrow 1.8x10^{-10} = s^2$ $S = \sqrt{1.8x10^{-10}} = 1.3x10^{-5} mol/L$

الذوبانية بوحدة L/g $= SXM = 1.3x10^{-5} X143.5 = 1.93X10^{-3} \frac{g}{L}$

س١/وز 2016 د2 وز 2014 د1/ احسب الذوبانية المولارية (S) والذوبانية بدلالة g/L لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ (M=99.4g/mol)؟ إذا علمت ان $K_{SP}Zn(OH)_2 = 1.2X10^{-17}$

الحل /

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn + 2OH^-$$

S | 2S

$K_{sp} = SX(2s)^2 \rightarrow 1.2X10^{-17} = 4S^3 \rightarrow S^3 = 3X10^{-18} \rightarrow S = 1.4X10^{-6}M$

الذوبانية بوحدة L/g $= SXM = 1.44x10^{-6} X99.4 = 143.13X10^{-6} \frac{g}{L}$

س٢/ وز 2015 د2 / اذا علمت ان لتر واحد من محلول مائي مشبع يحوي 0.0025g من ملح $BaSO_4$ الذائب (M=233g/mol) احسب K_{SP} له ؟

الحل /

$$M=\frac{m}{M.V}=\frac{0.0025}{233}=10^{-5}M$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba + SO_4$$

$$10^{-5} \qquad 10^{-5}$$

$$K_{sp}=s\times s= 10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10}$$

الترسيب والحاصل الايوني

الحاصل الايوني هو حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة عن تفكك الملح الشحيح الذوبان كل منها مرفوع لاس يمثل عدد مولاته في معادلة التفكك الموزونة ويمكن من خلاله التعرف على :

١. الحاصل الايوني = K_{sp} فالمحلول مشبع .
٢. الحاصل الايوني > K_{sp} فالمحلول غير مشبع وليس هنالك راسب وانما عملية ذوبان .
٣. الحاصل الايوني < K_{sp} فالمحلول فوق المشبع وهنالك راسب

حل تمرين 18

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$$

$$2X10^{-10} \qquad y$$

$$K_{sp}=[Fe^{+3}]X[OH^-]^3 \rightarrow 5x10^{-38}= [2X10^{-10}][y^3] \rightarrow y^3=\text{———}$$

$$= [OH] = \sqrt[3]{2.5}$$

$$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14}=6.3X10^{-10}\ X\ [H^+] \rightarrow [H^+]= 1.5X10^{-5}$$

$$pH = -\log[H] = -\log 1.5x10^{-5}= 4.8$$

العوامل المؤثرة على الذوبانية

١. تأثير درجة الحرارة تزداد ذوبانية المواد الشحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة حيث ان (**عملية الذوبان** : عملية انتشار وتميؤ مكونات المواد الشحيحة الذوبان تكون مصحوبة بامتصاص طاقة للتغلب على قوى الترابط بين مكونات هذه المواد) تزداد بزيادة درجات الحرارة.

س / وز 2016 د1 / ما تأثير درجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب أثناء عملية الترسيب ؟

ج / اعلاه .

٢. تأثير الايون المشترك ان ذوبانية أي مادة شحيحة الذوبان تقل بوجود الايون المشترك الناتج من اضافة الكتروليت قوي (ملح تام الذوبان – حامض قوي – قاعدة قوية) مما سيزيد من تركيز الايون المشترك للمادة الشحيحة الذوبان والاضافة للالكتروليت القوي الامر الذي يوجه التفاعل بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لو شاتليه فيقلل من ذوبانيتها او ترسيبها ويمكن من خلال ظاهرة الايون المشترك التحكم بعمليات الاذابة .

علل / وز 2016 د2 / تقل ذوبانية MgF_2 بوجود NaF ؟ ج / اعلاه .

كيفية حل اسئلة الذوبانية بوجود الايون المشترك

١. نكتب معادلة الذوبانية في المحلول المشبع حيث نرمز للذوبانية :

أ. للمادة في محلولها المشبع : $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

s   s

من خلال هذه العملية نستطيع ايجاد ثابت حاصل الذوبان او ايجاد معادلة آنية .

ب. اما في وجود الايون المشترك : $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

y   y

تمثل الذوبانية فى وجود الايون المشترك –تهمل-

ج. تكون للملح التام الذوبان : $NaF \Rightarrow Na^+ + F^-$

X   X

٢. نطبق قانون ثابت حاصل الذوبان مرة اخرى .

حل تمرين 19 / وز 2014 د2 النازحين / مشابه لوز 2016 د1 خارج القطر /

$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

s   s

$K_{sp}= [Mg^{+2}][F^-]^2 \rightarrow 65X10^{-10} = [s][2s]^2 \rightarrow 65X10^{-10} =4s^3$

$s^3= 16.25x10^{-10} \rightarrow s=1.18x10^{-3}M$

$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

y   2y

$NaF \Rightarrow Na^+ + F^-$

0.1   0.1

$K_{sp}= [Mg^{+2}][F^-]^2 \rightarrow 65X10^{-10}= [y][0.1 + 2y]^2 \rightarrow y=6.5X10^{-7} M$

٣. تأثير الاس الهيدروجيني تعتمد الذوبانية على الاغلب على تركيز ايون H^+ في المحلول ، ومن اهمها تلك التي تحتوي على ايونات H^+ و OH^- مثل :

$Mg(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

فإذا ما اضفنا حامض لهذا المحلول المشبع من هيدروكسيد المغنيسيوم سوف يتحد ايون H^+ من الحامض مع ايون OH^- للمحلول المشبع فبهذا سيحدث نقص فيه مما يضطر المركب هيدروكسيد المغنيسيوم لمزيد من التفكك لتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- ، اما اذا اضفن قاعدة له ستقل الذوبانية على العكس مما قلنا اعلاه .

حل تمرين 20 وز 2013 د2 /

$pH + pOH = 14 \rightarrow pOH=14-6=8 \rightarrow [OH^-]=10^{-8}$

$K_{sp}= [Zn^{+2}][OH^-]^2 \rightarrow 12X10^{-18}=[Zn^{+2}][10^{-8}]^2 \rightarrow [Zn^{+2}] =0.12M$

$pH + pOH = 14 \rightarrow pOH=14-9=5 \quad [OH^-]=10^{-5}$

$K_{sp}= [Zn^{+2}][OH^-]^2 \rightarrow 12X10^{-18}=[Zn^{+2}][10^{-5}]^2 \rightarrow [Zn^{+2}] =1.2X10^{-7} M$

نلاحظ ان الذوبانية انخفضت بتأثر قيم الدالة الحامضية من حيث كانت في الوسط الحامضي اكبر وهي 0.12 مما عليه في الوسط القاعدي قد قلت الى $12X10^{-8}$.

اسئلة مهمة

س١/ مثال 21 وز 2016 د2 خارج القطر /

س٢/ وز 2016 د2 / اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول المائي المشبع = $1.1X10^{-5}M$ ، ماعدد مولات كلوريد الباريوم $BaCl_2$ التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونا الكرومات = $1.21x10^{-8}M$ ؟ ج / 0.01mol

س٣/ مثال 17 / وز 2016 د1 / ما ذوبانية كبريتات الرصاص $PbSO_4$ في :

أ) المحلول المائي المشبع (الماء النقي) . ج / $1.26x10^{-2}M$

ب) بعد اضافة 2ml من Na_2SO_4 تركيزه 10M الى لتر من المحلول المشبع منه ؟ علما ان $K_{SP}PbSO_4=1.6X10^{-4}$ ، $\sqrt{1.6}=1.26$. ج / $8x10^{-3}M$

س٤/ وز 2015 تمهيدي / ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع $10^{-4}M$ ، كم مليلتر من حامض الكبريتيك يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته $10^{-6}M$ ؟ ج / 10^{-3} L

س٥/ اذا كانت الذوبانية المولارية لفوسفات الرصاص $Pb_3(PO_4)_2$ في الماء تساوي $1.7X10^{-7}M$ احسب ثابت حاصل الاذابة ؟ ج / $1533.4x10^{-35}$

س٦/ الذوبانية المولارية لملح $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع $10^{-4}M$ بين كم مل من حامض H_2SO_4 بتركيز 10M يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل الذوبانية المولارية $10^{-6}M$ ؟

ج / 1ml

س٧/ اذا كانت الذوبانية المولارية لـ $BaSO_4$ =0.0091g/L في 25^0C .احسب الذوبانية في 0.1M من محلول Na_2SO_4 ؟ علما ان M_{BaSO4}=233g/mol . ج / $1.5x10^{-8}M$

س٨/ pH لمحلول H_2SO_4 = 3.7 ، احسب كتلة Pb الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول الحامضي لكي يتكون محلول مشبع $PbSO_4$ ؟ علماً ان $K_{sp}=10^{-8}$ M=207g/mol .

ج / 0.0207g

س٩/ الذوبانية المولارية لملح CaF_2 = $32X10^{-10}$ في محلول NaF . تركيز H^+ = $8X10^{-9}$ وثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه هو $6.4X10^{-4}$ ، احسب تركيز F^- في المحلول المائي المشبع لـ CaF_2 ؟ ج / $4x10^{-12}M$

س١٠/ اضيف 0.01mol من MgF_2 الشحيح الذوبان في الماء الى لتر من الماء المقطر وكان حاصل الذوبان له =$4X10^{-9}$. احسب عدد مولات MgF_2 الغير ذائبة ؟ ج/0.009mol

س١١/ محلول مشبع من $Zn(OH)_2$ الاس الهيدروجيني لـه = 9 ، جد عدد مولات NaOH الواجب اضافتها الى لتر من المحلول لتقليل الذوبانية بمقدار مائة مرة ؟ ج / 10^{-4}mol

س١٢/ اضيف 0.02mol من يوديد البوتاسيوم KI الى لتر من محلول مائي مشبع PbI_2 ، فإنخفضت ذوبانية الى 0.01 عما كانت عليه احسب ثابت حاصل الذوبان ؟ ج / 10^{-2}M

س١٣/ ما قابلية ذوبان كبريتات الباريوم في الماء اذا علمت ان اضافه 0.001M من كبريتات الصوديوم إلى لتر في محلولها المائي المشبع يسبب انخفاض قابلية الذوبان بمقدار 20% ؟

ج / $8X10^{-4}$M

س١٤/ اذا كانت ذوبانية هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ في محلوله المائي المشبع = $0.5X10^{-5}$M . احسب ذوبانية $Zn(OH)_2$ في محلول يحتوي على يحتوي على هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 10^{-4}M ؟ ثم ناقش النتيجة . ج / $5X10^{-8}$

س١٥/ مزج $80cm^3$ من محلول $2x10^{-6}$ من نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ مع $20cm^3$ من محلول $5x10^{-5}$ كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 بين هل يحصل ترسيب او لا لكبريتات الباريوم ؟ علما ان $K_{sp}=10^{-10}$. ج / يحصل ترسيب و $Q_{sp}= 16x10^{-10}$M

س١٦/ ما هو ادنى تركيز للأيون S^{-2} اللازم لترسيب NiS من محلول $Ni(NO_3)_2$ تركيزه 10^{-3}M ؟ علماً ان قابلية ذوبان NiS في محلوله المائي المشبع = 10^{-12}M . ج/10^{-21}M

س١٧/ ما عدد مولات NaF اللازم اضافته الى لتر من المحلول المائي لـMgF_2 لترسيب $84x10^{-5}$ من MgF_2 ؟ علما ان قابلية ذوبان MgF_2 في محلوله المائي المشبع=10^{-3}M . ج / $5X10^{-3}$ M

س١٨/ ما هو أعلى تركيز $SO_4^{=}$ يلزم اضافته الى محلول لتر من 10^{-4}M $BaCl_2$ قبل أن يبدأ $BaSO_4$ بالترسيب ؟ علماً ان الذوبانية المولارية لـ $BaSO_4$ في المحلول المائي المشبع 10^{-5}M .

ج / 10^{-6}M

س١٩/ مهم الفكرة /اذا علمت ان $[OH^-]$ في المحلول المائي المشبع لـ$Mg(OH)_2$ =$2X10^{-4}$M جد له ١. الذوبانية المولارية . ٢. ثابت حاصل الذوبان . ٣. pH المحلول . علماً ان (log2=0.3)

ج / 10^{-4} M ، $4x10^{-12}$ ، 10.3

س٢٠/ للاطلاع / محلول مائي مشبع من AgCl حجمه لتر اضيف اليه ملح AgCN الدالة الحامضية لـه=10.15 فانخفضت قابلية ذوبان الملح بمقدار 100 مرة من قابلية ذوبانة في ملحول المشبع جد : ١. K_{sp} للملح AgCl . ٢. عدد مولات AgCl المترسب عند اضافة AgCN ؟ علما ان $K_aHCN=4.9X10^{-10}$. ج / $81X10^{-12}$ ، $8.9X10^{-6}$mol

س٢١/ محلول يحتوي على SO_4^{-2} بتركيز $10^{-3}M$ و $10^{-4}M\ CO_3^{-2}$ فعند اضافة محلول من كلوريد الباريوم ايهما سيترسب اولا $BaSO_4$ ام $BaCO_3$ ؟ ولماذا علما ان :

$Ksp_{BaSO4}=1.1X10^{-10}$ ، $Ksp_{CaCO3}=8.1X10^{-9}$ بدرجة حرارة 25^0C . (اهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد الاضافة) . ج / $[Ba^{+2}]$ القادم من كبريتات الباريوم هو الذي يترسب اولا

س٢٢/ للاطلاع / اضيفت قطرات من حامض الكبريتيك الى لتر من محلولين منفصلين احدهما فيه ايونات الباريوم والاخر فيه ايونات الرصاص فأي الايونين يبدأ بالترسيب قبل الاخر في محلوله ؟

علما أن : $Ksp_{PbSO4}=10^{-8}$ ، $Ksp_{BaSO4}=10^{-10}$.

ج / $[Ba^{+2}]$ هو الذي يترسب اولا لان ذوبانيته هي الاقل .

س٢٣/ اضيف مولات معينة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى لتر من محلومائي مشبع من هيدروكسيد المغنيسوم $Mg(OH)_2$ ، احسب pH بعد ترسيب 96% من $Mg(OH)_2$ ؟

وان $K_{SP}=4X10^{-12}$ ج / 11

س٢٤/للاطلاع/ لتر من محلول يحتوي أيونات Ni^{+2} و Ca^{+2} تركيز كل منهما 0.1M اضيف اليه كمية من H_2SO_4 فترسبت كميات مختلفة من كبريتات الايونين ، فما وزن الراسب من كل منها عندما تركيز ايونات $SO_4^{-2} = 10^{-6}M$ ؟ علماً ان $K_{SP}(CaSO_4)=4X10^{-12}$, $K_{SP}(NiSO_4)=4X10^{-9}$ ؟

ج / 13.6g

س٢٥/ ماهو اعلى تركيز لايون Mg^{+2} يمتنع عنده ترسيب $Mg(OH)_2$ في محلول يحتوي على 0.1 من كل من الامونيا وكلوريد الامونيوم ؟ علما ان pKb=5 و $Ksp=10^{-11}$. ج / 0.1M

س٢٦/ للاطلاع / لتر من محول يحتوي 0.5M من الامونيا و 0.1 من كلوريد الامونيوم ، اضيف اليه 0.1M من نترات المغنيسيوم ، احسب النسبة المئوية لـ Mg^{+2} في المحلول؟علماً ان pKb=4.7 و $Ksp=10^{-11}$ ؟ ج / 1%

س٢٨/ اذا علمت ان قابلية ذوبان اوكزالات المغنيسيوم MgC_2O_4 تساوي $9X10^{-3}M$ في المحلول المائي المشبع ما عدد مولات $Na_2C_2O_4$ الواجب اضافتها الى لتر من المحلول لكي يترسب 80% MgC_2O_4 ؟ ج / 0.045mol

حلول اسئلة الفصل الثالث

س١ / أ. نعم يتغير حسب قاعدة لو شاتليه .   ب. $K_w=10^{-14}$ و $[H^+]=[OH^-]=10^{-7}$.

س٢ / $(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x1=M_2X1000 \rightarrow M_{HCl}=10^{-2}$ M

$$HCl \Longrightarrow H^+ + Cl^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

$pH=-\log[H^+]=-\log10^{-2}=2$

اعلاه قيمة الدالة الحامضية الثانية اما الاولى فهي قيمة pH =7 للماء :

$\triangle pH = pH_2-pH_1 \rightarrow \triangle pH = 2-7=-5$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x1=M_2X1000 \rightarrow M_{NaOH}=10^{-2}$ M

$$NaOH \Longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

$pOH=-\log[OH^-]=-\log10^{-2}=2$

$pOH+pH=14 \rightarrow pH=14-2=12$

$\triangle pH = pH_2-pH_1 \rightarrow \triangle pH = 12-7=+5$

س٣ /

أ. المحلول حامضي لانه ناتج عن حامض قوي HCl + قاعدة ضعيفة هي NH_3OH .

ب. المحلول متعادل لانه ناتج عن حامض قوي H_2SO_4 + قاعدة قوية هي NaOH .

ج. المحلول قاعدي لانه ناتج عن حامض ضعيف CH_3COOH + قاعدة قوية هي KOH .

د. المحلول قاعدي لانه ناتج عن حامض ضعيف HF + قاعدة قوية هي $Ca(OH)_2$.

هـ. المحلول حامض لانه ناتج عن حامض قوي H_2SO_4 + قاعدة ضعيفة هي $Mg(OH)_2$.

و. المحلول متعادل لانه ناتج عن حامض قوي HCl + قاعدة قوية هي KOH .

س٤ / $K_a=10^{-pKa}=10^{-4.74}x10^{+5}x10^{-5}=10^{+0.26}x10^{-5}=1.8x10^{-5}$

$[H^+]=10^{-pH}=10^{2.7}=10^{-2.7}x10^{+3}x10^{-3}=10^{+0.3}x10^{-3}=2x10^{-3}$

$$K_a=\frac{[H][CH3COO^-]}{[CH3OOH]} \rightarrow 1.8X10^{-5}=\frac{(2x10^{-3})^2}{[CH3OOH]} \rightarrow [CH3OOH]=\frac{4x10^{-6}}{1.8X10^{-5}}=0.22M$$

m=M.V.M=0.2x0.25x60=3.3g

س٥ /

١. $K_{sp}=[Ba^{+2}][2I]^2 \rightarrow 1.57X10^{-9}=sx4s^2 \rightarrow 1.57X10^{-9}=4s^3$

$s^3=4x10^{-10} \rightarrow S=7.31x10^{-4}$ M $\rightarrow$ m=M.V.M$=7.31X10^{-4}x0.15x487=0.0534g$

نحوله الى ملغرام بالتقسيم على 1000 = 53.4mg .

٢. $Na_2SO_4 \Rightarrow 2Na^{+1} + SO_4^{=}$

0.4   2(0.4)=0.8M   0.4

٣. $NaOH \Rightarrow Na^{+1} + OH^{-}$

0.05   0.05   0.05

$pH=-\log[OH]=-\log 5x10^{-2}=-(0.7-2)=-0.7+2=1.3$

$pOH+pH=14 \rightarrow pOH=14-1.3=12.7$

س١٠ /

$K_a=\frac{[H][C2H5COO^-]}{[C2H5OOH]}$ —

النسبة المئوية للتفكك = $\frac{}{[CH3COOH]}$ = $\frac{}{[0.65]}$

س١١ /

$\frac{[NH_4^+][OH-]}{[NH\ ]}$ $\frac{}{[NH\ ]}$

$[NH3]=$ ______

س١٢ /

$pK_a=-\log K_a=-\log 1.8x10^{-5}=-(0.26-5)=-0.26+5=4.74$

$pH=pK_a+\log\frac{[\ \ t]}{[acid]}$ $4.74=4.74+\log\frac{[\ \ t]}{[0.125]}$ $4.74-4.74=\log\frac{[\ \ t]}{[0.125]}$

$0=\log\frac{[sal\ ]}{[0.125]} \rightarrow \log^{-1}0=\log\frac{[\ \ t]}{[0.125]} \rightarrow 1=\frac{[salt]}{[0.125]}$ [salt]

m=M.V.M =0.125X1X82=10.25g

س١٣ / وز 2016 تمهيدي وز 2013 د2 /

$pK_a=-\log K_a=-\log 4.5X10^{-4}=-(\log 9+\log 5+\log 10^{-5})=-0.9-0.7+5=3.4$

$pH=pK_a+\log\frac{[\ \ t]}{[acid]}$ $\frac{[0.15]}{[0.12]}$

m=M.V.M $\rightarrow$ 1=MX1X40   —

$NaOH \Rightarrow Na^{+1} + OH^{-}$

$pH=pK_a+\log\frac{[salt]+[OH]}{[acid]-[OH]}$ $\frac{[0.15]+}{[0.12]-}$

س١٤ / وز 2014 د1/

$pOH+pH=14 \rightarrow pOH=14-9=5$

$$poH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} \rightarrow 5 = 4.74 + \log\frac{[NH4^+]}{[NH3]} \rightarrow$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[NH4^+]}{[NH3]} \rightarrow 0.26 = \log\frac{[NH4^+]}{[NH3]} \rightarrow \log 10^{-1} 0.3 = \log\frac{[NH4^+]}{[NH3]}$$

$$\rightarrow \frac{[NH4^+]}{[NH3]} = 1.82$$

س١٥ / وز 2015 تمهيدي خارج القطر /

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{=}$$

s s

$K_{sp}=[Ba^{+2}][SO_4^{=}] \rightarrow 1.6x10^{-10}=s^2 \quad s=1.26x10^{-5}M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 10x1=M_2X1000 \rightarrow M_{2H2SO4}=10^{-2}\ M$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{=}$$

y y

$$H_2SO_4 \Rightarrow 2H^+ + SO_4^{=}$$

10^{-2}

$K_{sp}=[Ba^{+2}][SO_4^{=}] \rightarrow 1.6x10^{-10}=y[y+10^{-2}] \rightarrow y= 1.6x10^{-8}$

س١٦ /

١. سيانيد الصوديوم ملح قاعدي ناتج عن حامض ضعيف هو HCN + قاعدة قوية هي NaOH :

$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_W X K_a}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-14}X4.9X10^{-10}}{0.1}} = \sqrt{49X10^{-24}} = 7X10^{-12}$$

$pH=-\log[H^+]=-\log 7X10^{-12}=-(0.9-2)=-0.9+12=11.1$

$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = 7X10^{-12}\ X\ [OH^-] \rightarrow [OH^-]= 142\ X\ 10^{-5}M$

٢. نترات الامونيوم ملح حامضي ناتج عن حامض قوي هو HNO_3 + قاعدة ضعيفة هي NH_4OH :

$$[H^+]=\sqrt{cx\frac{K_W}{K_b}} = \sqrt{0.25x\frac{10^{-14}}{1.8X10^{-5}} = \frac{25X10^{-16}}{18X10^{-6}} = 1.3X10^{-10}} = 1.1X10^{-5}$$

$pH=-\log[H^+]=-\log 11X10^{-6}=-(0.9-6)=-1.04+6=4.96$

$K_W = [H^+][OH^-] \rightarrow 10^{-14} = 11X10^{-6}\ X\ [OH^-] \rightarrow [OH^-] \cong 9\ X\ 10^{-8}M$

٣. نترات الصوديوم ملح متعادل ناتج عن حامض قوي هو HNO_3 + قاعدة قوية هي NaOH لذا فإن :

$[H^+][OH^-]=10^{-7}$ و ان $pH =7$

س١٧ /

النسبة المئوية للتفكك = $\frac{}{[CH3COOH]}$ = $\frac{}{[0.01]}$

$K_a = \frac{}{[\quad H]}$ $\frac{(42X10^{-5})}{}$

س١٨/ وز 2014 د3 /

pOH+pH=14 pOH=14-9=5

$\frac{[salt]}{[base]}$ $\frac{[salt]}{[0.15]}$ $\frac{[salt]}{[0.15]}$

$\frac{[salt]}{[0.15]}$ $\frac{[salt]}{[0.15]}$

$\frac{[salt]}{[0.15]}$ [salt]

m=M.V.M =0.27X0.5X53.5=7.22g

س١٩/ وز 2014 تمهيدي /

$K_{sp}=10^{-PKsp}=10^{-4.92}x10^{+5}x10^{-5}=10^{0.08}x10^{-5}=1.2x10^{-5}$

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^=$

2s s

$K_{sp}[Ag^+]^2[SO_4^=] \rightarrow 1.2x10^{-5}=(2s)^2(s) \rightarrow 1.2x10^{-5}=4s^3 \rightarrow s=1.4x10^{-2}M$

الذوبانية بوحدة – –

ب.

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^=$

2y y

$K_2SO_4 \Rightarrow 2K^+ + SO_4^=$

0.15 0.3 0.15

$K_{sp}[Ag^+]^2[SO_4^=] \rightarrow 1.1x10^{-5}=(2y)^2(y+0.15) \rightarrow 1.1x10^{-5}=0.275y^2$

$y^2=2x10^{-5} \rightarrow y=0.0044M$

الذوبانية بوحدة – –

س٢٠ /

$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^=$

2s s

$K_{sp}=[Ag^+]^2[SO_4^=] \rightarrow 1.2x10^{-5}=(2s)^2(s) \rightarrow 1.2x10^{-5}=4s^3 \rightarrow s=6.6X10^{-5}M$

m=M.V.M =6.5X10^{-5}X0.1X332=0.002158g

س٢١ / وز 2016 د 2 /

$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+} + CrO_4^{=}$

y y

$BaCl_2 \Rightarrow Ba^{+} + 2Cl^{-}$

0.1 0.2

$K_{sp}=[Ba^{+2}][SO_4^{=}]$

$1.2x10^{-10}=(y+0.1)(y)$

$1.2x10^{-10}=0.1y \rightarrow y=1.2x10^{-9}M$

س٢٤ /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 26x0.2=M_2X76 \rightarrow M_{2NaOH}=0.068\ M$

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 50x0.1=M_2X76 \rightarrow M_{2HCl}=0.065\ M$

HCl +	NaOH ⟹	NaCl +	H_2O
0.065	0.068	0	
0.065−0.065=0	0.068−0.065=0.003	0.065	

نجد قيمة الدالة من المتبقي من القاعدة القوية :

$pOH =-\log 3x10^{-3}=-(0.47-3)=-0.47+3=2.53$

$pOH+pH=14 \rightarrow pH=14-5.53=11.47$

س٢٥ /

$pOH+pH=14 \rightarrow pOH=14-11=3 \rightarrow [OH]=10^{-3}$

$m=M.V.M \rightarrow m=10^{-3}X0.2X56= 0.0112g$

س٢٦ /

النسبة المئوية للتفكك = $\frac{}{[CH3COOH]}$ $0.01\%=\frac{}{[\ 1]}$

$K_a=\frac{}{[\quad H]}$ $\frac{(10^{-5})}{}$

س٢٧ /

$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^{-}$

s 2s

$K_{sp}=[Zn^{+2}][OH^{-}]^2$ $1.2X10^{-17}= (s)(2s)^2$ $4s^3= 1.2X10^{-17}$

$s= 1.43x10^{-6}M$

الذوبانية بوحدة –

س٢٨ /

$(MV)_1=(MV)_2 \rightarrow 13.6x1=M_2X1000 \rightarrow M_{2HCl}=0.0136\ M$

$HCl \Rightarrow H^+ + Cl^-$

0.0136   0.0136   0.0136

$pH=-\log 0.0136=-(-1.866)=+1.866$

س٢٩ / يمكن معرفة ذلك من خلال ايجاد الحاصل الايوني ومن ثم المقارنة بينه وبينه حاصل الذوبان :

$S_{mol/L}$ الذوبانية بدلالة $= \dfrac{\text{الذوبانية بوحدة } \frac{g}{L}}{M\ \frac{g}{mol}} = \dfrac{0.1}{40} = \dfrac{0.0025mol}{L}$

$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$

$Q_{sp}=[Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]= 0.0025X10^{-7}=2.5X10^{-10}$

بما ان الحاصل الايوني < K_{sp} اذا تحدث عملية ذوبان ولاتحدث عملية ترسيب .

اسئلة مختلفة بعضها للاطلاع

س١/ كم يجب أن يكون عدد مولات NaOH التي تضاف الى لتر من 0.3M من NH_4Cl لكي تصبح الدالة الحامضية للمحلول الناتج = 8.7 علماً ان : $K_b=10^{-5}$.   ج / 0.1mol

س٢/ ما وزن KCN اللازم اذابته في لتر من محلول HCN لتتغير قيمة pH من 4 الى 6 ؟ $M_{HCN}=32$.   ج / 0.32g

س٣/ لتر من محلول بفر يحتوي على مولات مختلفة من كل من حامض الخليك وخلات البوتاسيوم فيه $[H^+]=10^{-5}$ وجد انه عندما اضيف اليه 0.05mol من حامض HCl تغير تركيز $[H^+]=2x10^{-5}$ جد تراكزي مكونات المحلول ؟ علما ان $pK_a=4.7$ وان $\log 2=0.3$.   ج / 0.2M

س٤/ ما هو حجم محلول منظم يحتوي 0.1M من حامض الخليك و0.2M من خلات الصوديوم الذي يفترض على كيميائي اخذه كي تتغير دالته الحامضية بمقدار 0.3 عند اضافة 1ml من NaOH بتركيز 1M ؟ علما ان ثابت التفكك لحامض الخليك = $2X10^{-3}$.   ج / 25ml

س٥/ لتر من محلول منظم يحتوي على 0.5mol من الامونيا و 0.3 من كلوريد الامونيوم ، احسب التغير في قيمة pH المحلل بعد اضافة 0.1mol من حامض الكبريتيك ؟   ج / −0.44

س٦/ محلول حجمه 100ml يحتوي على حامض ضعيف وملحه المشتق منه تركيز الملح فيه 5 أمثال تركيز الحامض ويتأين الحامض فيه بدرجة 0.001 احسب عدد مولات الملح في هذا المحلول ؟ علماً ان $K_a=5x10^{-4}$ و $\log 5=0.7$.   ج / 0.05mol

س٧/ اضيفت كمية من ملح مشتق من حامض ضعيف الى لتر من محلول الحامض الضعيف المشتق منه ذلك الملح تركيزه 0.05M فتغيرت درجة تفكك الحامض الضعيف من 0.02 الى 0.0002 . ماعدد المليلترات التي يلزم اضافتها من NaOH بتركيز 10M لكي تتغير دالته الحامضية بمقدار 0.3 ؟

ج / 2ml

س٨/ حجم معين من محلول يحتوي على 0.1M من حامض HCN و 0.2M من KCN وتركيز $H^+=10^{-5}$ اضيف اليه كمية من حامض HCl فوجد ان نسبة الملح الى الحامض انخفضت الى ربع ما كانت عليه اصلا فجد pH للمحلول بعد اضافة HCl ؟ ج / 4.4

س٩/ محلول منظم حجمه لتر يحتوي على مولات متساوية من كل من حامض الخليك وخلات البوتاسيوم اضيف اليه مليلترا واحد من حامض الهيدروكلوريك فوجد ان تركيز الحامض = 0.1M وتركيز الملح = 0.08M ، جد : أ. التغير في الدالة الحامضي بعد اضافة حامض HCl . ج /0.1−

ب. تركيز محلول حامض HCl قبل اضافته للمحلول المنظم .ج/10M

س١٠/ محلول حجمه نصف لتر يحتوي على 0.1mol من الامونيا اضيف اليه كمية من ملح كلوريد الامونيوم فأصبحت درجة تأين الامونيا $5x10^{-5}$ ماعدد مولات $Ba(OH)_2$ الواجب اضافتها لكي تصبح pH المحلول تساوي 9.3 . علما ان K_h لايون الامونيوم $= 5x10^{-10}$. ج / 0.025ml

س١١/ محلول بفر حجمه لتر يتكون من HCN و KCN فيه نسبة تركيز الملح الى الحامض = 3 الى 1 اضيف اليه 0.1mol من حامض الكبريتيك فتغيرت pH المحلول بمقدار 0.2 احسب تركيز الحامض الضعيف قبل اضافة الحامض القوي ؟ ج / 0.6M

س١٢/ لتر من محلول يحتوي على الامونيا وبروميد الامونيوم تركيز كل منهما M0.02 قيمة الـ PH=9.26 له ، جد قيمة التغير بـ pH بعد إضافة 1mL من H_2SO_4 بتركيز 10M اليه ؟ علماً ان log1.8=0.26 . ج / 4.65−

س١٣/ لتر من محلول لخلات البوتاسيوم فيه تركيز ايون الهيدروكسيد = 10^{-5} ، ويتحلل 10^{-4} ، اضيف اليه mol 0.01 من حامض الخليك . كم مليلتر من 10M من HCl يجب اضافته الى المزيج لتتغير pH بمقدار 0.35 . ج / 1ml

الفصل الرابع / تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية

الكيميـاء الكهربائيـة فرع من فروع علم الكيمياء ، تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية ، حيث تحدث بعض التفاعلات الكيميائية نتيجة امرار تيار كهربائي ، او نشوء تيار كهربائي من بعض التفاعلات الكيميائية .

العمليات الكهروكيميائية هي تفاعلات الاكسدة والاختزال يتم فيها انبعاث طاقة بوساطة تفاعل تلقائي ، وتحويلها الى تيار كهربائي ، او استخدام الطاقة الكهربائية لإنجاز تفاعل غير تلقائي .

تطبيقات على الكيمياء الكهربائية وتفاعلات الاكسدة والاختزال :

بطارية (نضيدة) السيارة او الراديو او المسجل او السماعة .

أعداد (حالات) التأكسد هي عبارة عن اعداد سالبة او موجبة او صفر تكتب فوق رمز العنصر المشارك في تفاعلات التأكسد والاختزال حيث انها تعبر عن عدد الالكترونات التي تفقدها او تكتسبها تلك العناصر او الذرات . ولحساب اعداد التأكسد نتبع ما يلي :

١. عدد التأكسد لأي عنصر حر غير متحد = صفر :

Na , Be , K , Pb , H_2 , O_2 , P_4

٢. عدد التأكسد للأيون احادي الذرة = الشحنة التي يحملها :

$Li^{+1}=+1$, $Fe^{+2}=+2$, $Fe^{+3}=+3$, $O^{-2}=-2$

٣. عدد التأكسد للهيدروجين= $+1$ فمثلا في H_2O = $+1$ ، اما في الهيدريدات = -1 فمثلا في هدريد الصوديوم NaH = -1 .

٤. عدد التأكسد للأوكسجين = -2 فمثلا في H_2O = -2 ، ماعدا في البيروكسيد H_2O_2 = -1 .

٥. عدد تأكسد عناصر الزمرة الاولى(Li,Na,K,Rb) هي= $+1$ والزمرة الثانية (Be,Mg,Ca,Sr) = $+2$ ، والثالثة (B,Al,Ga,In) = $+3$.

٦. عدد تأكسد عناصر الزمرة السابعة (F,Cl,Br,I) = -1 ، او قد يأخذ قيم موجبة ايضاً .

قواعد استخراج اعداد التأكسد للعناصر في الجزيئات :

١. اذا كان المركب متعادل فإن شحنة المركب = صفر ومنه نستخرج عدد تأكسد كل ذرة مشاركة فيه عن طريق اخذ المثال الاتي :

$NaCl$ مركب متعادل فعندما نريد ان نجد عدد تأكسد الصوديوم او الكلور نطبق الاتي :

$NaCl=0 \rightarrow Na+1(-1)=0 \rightarrow Na-1=0 \rightarrow Na=+1$

$NaCl=0 \rightarrow 1+Cl=0 \rightarrow 1+Cl=0 \rightarrow Cl=-1$

٢. اذا كان ايون متعدد الذرات له شحنة معينة من خلالها نجد اعداد تأكسد الذرة كما في :

$H_2PO_4^- \rightarrow 2(+1)+P+4(-2)=-1 \rightarrow 2+P-8=-1 \rightarrow P=-1+6=+5$

حل تمرين 1 :

MnO_4^-	$Mn \times 4(-2)=-1 \rightarrow Mn=-1+8=+7$
$K_2Cr_2O_7$	$2(1)+2Cr+7(-2)=0 \rightarrow 2+2Cr-14=0 \quad 2Cr=+12 \rightarrow Cr=+6$
$NaIO_3$	$+1+I+3(-2)=0 \rightarrow +1+I-6=0 \rightarrow I-5=0 \rightarrow I=+5$
H_2SO_4	$2(+1)+S+4(-2)=0 \rightarrow 2+S-8=0 \rightarrow S-6=0 \rightarrow S=+6$
H_2CO_3	$2(+1)+C+3(-2)=0 \rightarrow 2+C-6=0 \rightarrow C-4=0 \rightarrow C=+4$
$HPO_4^{=}$	$+1+P+4(-2)=-2 \rightarrow +1+P-8=-2 \rightarrow P-7=-2 \rightarrow P=-2+7=+5$

تفاعلات التأكسد والاختزال

التأكسد عبارة عن تغير كيميائي تفقد فيه الذرة او مجموعة من الذرات للالكترونات حيث يصاحبها زيادة في اعداد التأكسد ، فمثلا من 0 ← +1 او من +2 ← +3 ...الخ .

الاختــزال عبـارة عن تغير كيميـائي تكتسب فيـه الـذرة او مجموعة مـن الـذرات للالكترونـات حيث يصاحبها نقصان في عدد التأكسد للعنصر ، فمثلاً من +2 ← +1 او من +3 ← +2 او 0 ← −1 .. الخ .

مثال / تفاعل تكوين كلوريد الصوديوم البلوري من ايونات الصوديوم وايونات الكلوريد خلال التفاعل الباعث الاتي :

$$2Na^+_{(s)} + Cl_{2(g)} \Longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

الحل / هنا من اجل ان نميز من العنصر الذي يعاني اكسدة او اختزال نكتب معادلتين للصوديوم وللكلوريد :

$$2Na^0 \Longrightarrow 2Na^+ + 2e^-$$ نصف تفاعل (تأكسد)

نلاحظ ان ذرة الصوديوم قد زاد فيه عدد التأكسد من 0 (عدد تأكسد العنصر الحر) الى +1 يعني ان عانى من عملية تأكسد ، حيث ان عملية الاكسدة تتضمن زيادة في اعداد التأكسد حيث انه فقد الكترونين .

$$Cl_2^0 + 2e^- \Longrightarrow 2Cl^-$$ نصف تفاعل (اختزال)

نلاحظ ان غاز الكلور قد نقص عدد التأكسد من 0 الى −1 يعني انه عانى من عملية اختزال حيث ان عملية الاختزال تتضمن نقصان في اعداد التأكسد حيث انه اكتسب الكترونين .

ملاحظات

١. لايمكن ان تحدث عملية الاختزال دون حدوث عملية الاكسدة معها والعكس صحيح .
٢. عدد الالكترونات المفقودة = عدد الالكترونات المكتسبة .
٣. الذرة التي فقدت الكترون او اكثر يقال عنها تأكسدت والتي تكتسب يقال عنها اختزلت .
٤. يمكن ان يكون العدد التأكسدي صفرا او موجبا او سالباً .

س / هل يعتبر التفاعل الاتي تفاعل اكسدة واختزال :

$$PCl_5 + 4H_2O \Rightarrow H_3PO_4 + 3HCl$$

الحل / نكتب اعداد التأكسد فوق كل عنصر ونلاحظ فيما اذا كانت هنالك تغير فيها من عدمه :

$$P^{+5}Cl^{-1}{}_5 + (4H^{+1}{}_2)^{+8}4(O^{-2})^{-8} \Rightarrow 3H^{+1}(P^{+5}O^{-2}{}_4)^{-3} + 3H^{+1}Cl^{-1}$$

$$P^{+5} \quad P^{+5} \quad Cl^{-} \quad Cl^{-} \quad H^{+1} \quad H^{+1} \quad O^{-2} \quad O^{-2}$$

نلاحظ ان جميع الذرات المشاركة في التفاعل لم يطرأ أي تغير على اعداد تأكسدها فلذا هنا لم تحدث عمليتي الاكسدة والاختزال .

س / هل يعتبر التفاعل الاتي تفاعل اكسدة واختزال :

$$Cu + 4HNO_3 \Rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

الحل / نكتب اعداد التأكسد فوق كل عنصر ونلاحظ فيما اذا كانت هنالك تغير فيها من عدمه :

$$Cu^0 + 4(H^{+1}N^{+5}O_3{}^{-2})^0 \Rightarrow Cu^{+2}(N^{+5}O^{-2}{}_3)^{-1}{}_2 + 2(N^{+4}O_2)^0 + 2H^{+1}{}_2O^{-2}$$

نلاحظ ان هنالك تغير في اعداد التأكسد :

$$Cu^0 \rightarrow Cu^{+2} \quad ,,,,, \quad N^{+5} \rightarrow N^{+4}$$

حيث انه في ذرة النحاس تحولت الى ايون النحاس فقد زاد عدد التأكسد فيه وهذا يعني انه قد عانى اكسدة :

$Cu^0 \Rightarrow Cu^{+2} + 2e$ تأكسد

اما في النتروجين تحولت من +5 الى +4 حيث قد قل عدد التأكسد فيه وهذا يعني انه قد عانى اختزال :

$2N^{+5} + 2e \Rightarrow 2N^{+4}$ اختزال

س / هل يعتبر التفاعل الاتي تفاعل اكسدة واختزال :

$$C + 2S \Rightarrow CS_2$$

الحل /

$$C^0 + 2S^0 \Rightarrow (C^{+4}S^{-2}{}_2)^0$$

نلاحظ ان في الكاربون قد زاد عدد التأكسد من 0 الى +4 حيث انه عانى من عملية اكسدة :

$$C^0 \Rightarrow C^{+4} + 4e$$

ونلاحظ ان في الكبريت قد نقص عدد التأكسد من 0 الى 2−حيث انه عانى من عملية اختزال :

$$2S^{0} + 4e \Rightarrow S^{-2}{}_{2}$$

حل تمرين 2 في التفاعل الاول قد زاد العدد التأكسدي للخارصين وتحول من ذرة الى ايون فلذا هو عانى تأكسد ، بينما النحاس قد تحول من ايون الى ذرة لذا فهو عانى اختزال :

$Zn^{0} \Rightarrow Zn^{+2} + 2e$ **اكسدة**

$Cu^{+2} + 2e \Rightarrow Cu^{0}$ **اختزال**

في التفاعل الاول قد زاد عدد التأكسدي للخارصين وتحول من ذرة الى ايون فلذا هو عانى تأكسد ، بينما النحاس قد تحول من ايون الى جزيئة لذا فهو عانى اختزال :

$Mg^{0} \Rightarrow Mg^{+2} + 2e$ **اكسدة**

$2H^{+} + 2e \Rightarrow H_2$ **اختزال**

العامل المختزل هو المادة التي تعاني اكسدة حيث لها القدرة على اختزال مادة اخرى فيصاحبها فقدان بالالكترونات ويزداد عدد تأكسده ، كما في عنصر النحاس مع حامض النتريك كما في ادناه .

العامل المؤكسد هو المادة التي تعاني اختزال حيث لها القدرة على اكسدة مادة اخرى ، فيصاحبها اكتساب بالالكترونات وينقص عدد تأكسده ، كما في النتروجين في حامض النتريك كما في ادناه .

$$Cu^{0} + 4H^{+1}N^{+5}O_3 \Rightarrow Cu^{+2}(N^{+5}O_3{}^{-2})_2 + 2N^{+4}O_2 + 2H^{+1}{}_2O^{-2}$$

$Cu^{0} \Rightarrow Cu^{+2} + 2e$ عامل مختزل (عملية تأكسد)

$2N^{+5} + 2e \Rightarrow 2N^{+4}$ عامل مؤكسد (عملية اختزال)

حل تمرين 3

1. $2C^{0} + O_2{}^{0} \Rightarrow 2C^{+2}O^{-2}$

$2C^{0} \Rightarrow 2C^{+2} + 4e$ عملية اكسدة يعني انه عامل مختزل

$O_2{}^{0} + 4e \Rightarrow 2O^{-2}$ عملية اختزال يعني انه عامل مؤكسد

2. $Mg^{0} + Cl_2{}^{0} \Rightarrow Mg^{+2}Cl_2{}^{-1}$

$Mg^{0} \Rightarrow Mg^{+2} + 2e$ عملية اكسدة يعني انه عامل مختزل

$Cl_2{}^{0} + 2e \Rightarrow 2Cl^{-1}$ عملية اختزال يعني انه عامل مؤكسد

3. $Mg^{0} + Fe^{+2} \Rightarrow Mg^{+2} + Fe^{0}$

$Mg^{0} \Rightarrow Mg^{+2} + 2e$ عملية اكسدة يعني انه عامل مختزل

$Fe^{+2} + 2e \Rightarrow Fe^{0}$ عملية اختزال يعني انه عامل مؤكسد

الخلايا الكهروكيميائية هي عبارة عن خلايا تتكون من قطبين يسمى احداهما بالقطب الموجب (الانود) الذي تحدث عنده عملية الاكسدة حيث يكون مصدرا للالكترونات الى القطب الاخر ، واخر يسمى بالقطب السالب او (الكاثود) الذي تحدث عنده عملية الاختزال حيث يستقل الالكترونات من الانود عبر سلك خارجي وكلاهما مغمورين في محلول الكتروليتي تكون على نوعين هما :

١. الخلايا الكلفانية (الفولتائية) .
٢. الخلايا الالكتروليتية مثل خلية التحليل الكهربائي (الطلاء الكهربائي) .

الانود هو احد اقطاب الخلايا الكهروكيميائية الذي تحدث عنده عملية الاكسدة مما سيكون مصدرا للالكترونات الى قطب الكاثود .

الكاثود هو احد اقطاب الخلايا الكهروكيميائية الذي يحدث عنده عملية الاختزال مما سيكون مستقبلا للالكترونات الى قطب الانود .

الخلايا الكلفانية / وز 2014 تمهيدي/ هي خلية تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً ($\triangle G=-$) لتوليد التيار الكهربائي مثل البطاريات (النضائد) .

عمل الخلايا الكلفانية (خلية دانيال)

١. يغمر لوح من الخارصين Zn في محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ يسمى بالقطب .
٢. يغمر لوح من النحاس Cu في محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ يسمى بالقطب .
٣. يتأكسد Zn حيث يفقد الكترونين ليتحول الى Zn^{+2} .
٤. يختزل Cu^{+2} حيث يكتسب الكترونين ليتحول الى ذرات Cu .
٥. كل ذرة خارصين تفقد الكتروني (تعاني تأكسد) لتعطي ايون .
٦. تتم عمليتي الاكسدة والاختزال عبر سلك خارجي ناقل للالكترونات من وعاء الاكسدة الى وعاء الاختزال .
٧. توصيل المحلولين بوسط جرياني يسمح بحركة الايونات السالبة والموجبة بواسطة الجسر الملحي يحتوي على (K_2SO_4 ، KNO_3 ، KCl) حيث ينتقل الايون الموجب له الى القطب السالب (الكاثود) وتنتقل الايونات السالبة للجسر الى القطب الموجب (الانود) اذا كان يحتوي على K_2SO_4 فإن ايون الكبريتات منه SO_4^{-2} ينتقل الى محلول كبريتات الخارصين (نتيجة للزيادة الحاصلة في عدد الشحنات الموجبة في المحلول) .
٨. اقطاب خلية دانيال (تفاعل نصفي الخلية) يكتب بالطريقة الاتية :

$$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e \qquad \text{oxidation} = \text{anode}$$

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e \rightarrow Cu \qquad \text{reduction} = \text{Cathode}$$

٩. وان التفاعل العام لها يكتب بالطريق التالية بعد حذف الالكترونات المتساوي على الطرفين :

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu$$

١٠. العمل كله يتم بتلقائية عند اكتمال الدائرة الكهربائية أي ان $\triangle G = -$.

١١. يتوقف التفاعل بنفاذ ايونات النحاس او استهلاك لوح الخارصين .

قطب العنصر هو عبارة عن عنصر مغمور في محلول ايوناته او في حالة تماس مباشر مع محلول يحتوي على ايونات هذا العنصر .

ويمكن تعريف الانود والكاثود في خلية دانيال :

الانود هو القطب الموجب (لوح الخارصين) في خلية دانيال والذي تحدث عنده عملية الاكسدة مما سيكون مصدرا للالكترونات .

الكاثود هو القطب السالب (لوح النحاس) في خلية دانيال والذي يحدث عنده عملية الاختزال مما سيكون مستقبلا للالكترونات الى قطب الانود .

علل / يفصل بسلك خارجي بين محلولي خلية دانيال ؟

ج / لمنع حدوث تفاعل مباشر بين ايونات النحاس مع لوح الخارصين لان ذلك سيمنع الحصول على التيار الكهربائي .

علل / في خلية دانيال مادة الجسر الملحي تنتقل ايوناتها السالبة الكبريتات SO_4^{-2} الى محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ ؟

ج / نتيجة للزيادة الحاصلة في عدد الشحنات الموجبة في المحلول فإنه ينتقل لموازاة ذلك .

الجسر الملحي /وز 2015 د1 / هو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لايتغير كيميائياً خلال عمليتي الاكسدة والاختزال في خلية دانيال يثبت بمادة الاكار يملئ بإحدى المركبات (KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4) يعمل على نقل الايونات بين محلولي الخلية حيث يساعد على مرور التيار الكهربائي بين قطبي الخلية .

الانود	الكاثود
قطب موجب	قطب سالب
تحدث عنده عملية الاكسدة	تحدث عند عملية الاختزال
يكون مصدراً للالكترونات	يكون مستقبلا للالكترونات

جهد الخلية الكلفانية E_{cell} هو اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين قطبي الخلية الكلفانية ويسمى ايضا بالقوة الدافعة الكهربائية ويرمز لها (emf) وهو حاصل الجمع الجبري لجهدي التأكسد والاختزال .

جهد التأكسد E_{anode} هو مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات نتيجة عملية الاكسدة التي تحدث عليه .

جهد الاختزال $E_{cathode}$ هو مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات نتيجة عملية الاختزال الذي تحدث عليه .

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

وعند قياس جهد الخلية عند الظروف القياسية $25C^0$ وضغط 1atm وعندما تكون التراكيز 1M عندئذ يكتب بالطريقة الاتية :

$$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}$$

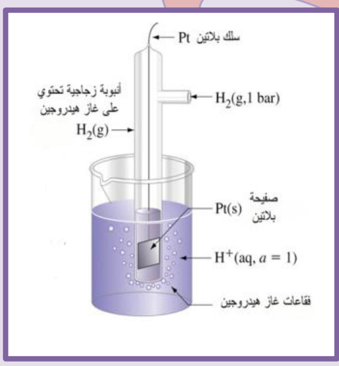
الفولت (V) هي وحدة قياس الجهود الكهربائية للخلية الكلفانية .

قياس جهود الاقطاب

علل / لايمكن قياس جهد القطب لوحده دون قياس جهد القطب الاخر ؟

ج / وذلك لان عمل الخلايا لاتتم بجهد قطب واحد فقط فلا تحدث عملية اكسدة من دون عملية اختزال او العكس لذا لابد من وجود قطب مرجع قياس هذه الجهود وهو :

قطب الهيدروجين القياسي SHE عبارة عن قطب مرجع ذو جهد قياسي معلوم (0.0V) يمكن استخدامه كأنود او كاثود لان عنصره متوسط النشاط كيميائيا بين العناصر الاخرى **يتكون** من انبوبة زجاجية يمرر فيها غاز الهيدروجين تحتوي على قطعة من البلاتين المغطاة بطبقة خشن من البلاتين الاسو متصلة بسلك من البلاتين .



علل /وز 2016 د2/ تم اختيار قطب الهيدروجين كقطع قياســـي او مرجع معلوم جهده القياسي ؟

ج / لان عنصره متوسط النشاط الكيميائي بين العناصر الاخرى .

علل / يستخدم البلاتين في قطب الهيدروجين القياسية ؟

ج / لانه مادة خاملة لاتعاني تأكسد او اختزال .

علل / تغطى قطعة البلاتين المستخدمة في قطب الهيدروجين القياسي بطبقة خشنة من البلاتين الاسود ؟ ج / لتوفير مساحة كبيرة للامتزاز من خلال الخشونة .

س / وز 2015 د2 / ماهي مهام البلاتين في قطب الهيدروجين القياسي ؟

١. توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

٢. توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية .

قطب الهيدروجين عندما يكون كاثود وانود (حفظ)

$H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e$ $E^0_{anode}=0.0V$

$2H^+_{(aq)} + 2e \rightarrow H_{2(g)}$ $E^0_{cathode}=0.0V$

حل تمرين 4

$H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e$ $E^0_{anode}=0.0V$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$ $E^0_{cathode}=???\ V$

$E^0_{cell} = 0.0 + E^0_{cathode} \rightarrow +0.337= E^0_{anode} + 0.0 \rightarrow E^0_{cathod}=+0.337V$

ملاحظة / ١.عندما يكون الكاثود قطب الهيدروجين فإن $E^0_{cell} = E^0_{anode}$ **كما في التمرين** 4 .

٢. **قيمة** $E^0_{cathode} = - E^0_{anode}$ **او** $E^0_{cathode} = - E^0_{anode}$ **كما في** :

$Li^+_{(aq)} + e \rightarrow Li_{(s)}$ $E^0_{cathode}=-3.04\ V$

$Li_{(s)} \rightarrow Li^+_{(aq)} + e$ $E^0_{anod} =+3.04\ V$

كيفية حساب جهد الخلية القياسي

١. يتم اختيار قطب الانود الذي يمتلك اصغر جهد اختزال قياسي ، بينما يتم اختيار قطب الكاثود للعنصر الذي يمتلك اعلى جهد اختزال قياسي ، مع مراعاة قلب اشارة الجهد الذي نعتبره قطب الانود حيث ان جهد الاختزال عكس جهد الاكسدة .

٢. نطبق العلاقة الاتية : $E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}$ ، كما في السؤال الاتي :

س/ احسب جهد الخلية القياسي عند درجة حرارة $25C^0$ مع كتابة التفاعل العام لها ، علماً ان $E^0_{Ni}=0.25\ V$, $E^0_{Zn}=-0.76\ V$ ؟

الحل / اذا طبقنا الملاحظة الاولى نعتبر جهد الاختزال الاكبر هو قطب الكاثود والاقل الانود مع مراعاة قلب اشارة جهد الاختزال الذي نجعله انوداً :

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$ $E^0_{anode} =+0.76\ V$

$Ni^{+2} + 2e \rightarrow Ni$ $E^0_{cathode} =+ 0.25\ V$

بالجمع

$Zn + Ni^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Ni$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}= + 0.25 + 0.76=+ 1.01\ V$

٣. يجب ان يكون عدد الالكترونات المفقودة = عدد الالكترونات المكتسبة عند القطبين وبخلافه نضرب في عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة للطرف الثاني ، مع عدم التلاعب بجهود الاختزال او الاكسدة ، كما في الاتي :

س/ احسب جهد الخلية القياسي اذا علمت ان : $E^0_{Cl2}=1.36\ V$, $E^0_{Ag}=0.8V$ ؟

الحل / هذا السؤال يخص الملاحظة الاولى والثانية حيث يجب جعل القيمة الاعلى هي الكاثود :

$Ag \rightarrow Ag^+ + 1e$ $E^0_{anode} = - 0.8V$

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ $E^0_{cathode} = 1.36$ V

نلاحظ ان طرفي المعادلة غير متساويين في المعادلة الاولى تفقد الكترون واحد وفي الثانية الكترونين لذلك نضرب الاولى في 2 لنساويهما :

$2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e$ $E^0_{anode} = -0.8$V

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ $E^0_{cathode} = +1.36$ V

بالجمع

$2Ag + Cl_2 \rightarrow 2Ag^+ + 2Cl^-$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.8 + 1.36 = +0.56$ V

علل / وز 2014 نازحين / عند مضاعفة تفاعل التأكسد او الاختزال لايضاعف جهد الخلية ؟

ج / لانها من الخواص المركزة التي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل انما تعتمد على التركيز المولاري لايونات محلول الاقطاب .

٤. اذا كان جهد الخلية القياسي ذو قيمة موجبة (+) فإن التفاعل تلقائي ، واذا كان ذو قيمة (-) فإن التفاعل غير تلقائي . ولغرض الحصول على تفاعل تلقائي من غير تلقائي فقط بعكس الاقطاب فالانود يصير كاثود والعكس صحيح .

س/ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية هي : $E^0_{Al} = -1.66V$, $E^0_{Cu} = 0.34V$ جد لها :

١. جهد الخلية القياسية . ٢. هل التفاعل تلقائي ام غير تلقائي ؟

الحل / هذا السؤال يشمل الملاحظات الثلاث اعلاه حيث :

١. يجب تحديد ايهما الكاثود وايهما الانود عن طريق القيمة الاكبر هي الكاثود :

$Al \rightarrow Al^{+3} + 3e$ $E^0_{anode} = +1.66V$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$ $E^0_{cathode} = +0.34V$

هنا نلاحظ ان عدد الالكترونات المفقودة ≠ عدد الالكترونات المكتسبة وبهذا نجد المضاعف المشترك الاكبر بينهما عن طريق ضرب الاولى في 2 والثانية في 3 :

$2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e$ $E^0_{anode} = +1.66V$

$3Cu^{+2} + 6e \rightarrow 3Cu$ $E^0_{cathode} = +0.34V$

بالجمع

ثم نجد جهد الخلية القياسي : $2Al + 3Cu^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +1.66 + 0.34 = +2.00$ V

نلاحظ اشارة جهد الخلية موجبة اذن التفاعل تلقائي .

حل تمرين 5 نختار صاحب القيمة الاعلى لجعله كاثود والاقل انود :

$Cr \rightarrow Cr^{+3} + 3e \qquad E^0_{anode}=+0.74V$

$Cd^{+2} + 2e \rightarrow Cd \qquad E^0_{cathode}= +0.34V$

هنا نلاحظ ان عدد الالكترونات المفقودة ≠ عدد الالكترونات المكتسبة وبهذا نجد المضاعف المشترك الاكبر بينهما عن طريق ضرب الاولى في 2 والثانية في 3 :

$2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e \qquad E^0_{anode}=+0.74V$

$3Cd^{+2} + 6e \rightarrow 3Cd \qquad E^0_{cathode}= -0.40V$

$2Cr + 3Cd^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 3Cd$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}= +0.74 -0.40=+ 0.34\ V$

حل تمرين 6

$Ni + CO^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$

$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode}=+0.25V$

$CO^{+2} + 2e \rightarrow Co \qquad E^0_{cathode}= -0.28V$

$E^0_{cell}=E^0_{anode} +E^0_{cathode}= +0.25 -0.28=- 0.05\ V$ التفاعل غير تلقائي لان الاشارة سالبة

$3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

$3Fe \rightarrow 3Fe^{+2} + 6e \qquad E^0_{anode}=+ 0.44V$

$2Au^{+3} + 6e \rightarrow 2Au \qquad E^0_{cathode}= + 1.50V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}= +0.44 -1.50=+ 1.94\ V$ التفاعل تلقائي لان الاشارة موجبة

انواع الاقطاب في الخلية الكلفانية وكيفية التعبير عنها كتابةً :

١. **قطب الفلز / ايون الفلز** : يتكون من غمر لوح فلز ما في محلول ايونات ذلك الفلز ، كما في غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين ، يكتب بالطريقة الاتية :

قطب الانود — قطب الكاثود

رمز العنصر	|	رمز الايون	||	رمز الايون	|	رمز العنصر	
Zn	|	Zn^{+2}	||	Zn^{+2}	|	Zn	
		1M		1M			التركيز المولاري
Zn	|	Zn^{+2}	||	Cu^{+2}	|	Cu	
		1M		1M			التركيز المولاري

٢. **القطب الغازي** : يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز ، ولكون الغاز غير موصل للتيار الكهربائي يستخدم عادة سلك من البلاتين كعنصر خامل ليعمل كسطح موصل للتيار الكهربائي ، كما في :

قطب الانود — قطب الكاثود

		الغاز	|	ايون الغاز	||	ايون الغاز	|	الغاز			
Pt	|	H_2	|	H^{+}	||	Cl^{-1}	|	Cl_2	|	Pt	
		1atm		1M		1M		1atm			التركيز المولاري او الضغط

٣. **أقطاب التأكسد والاختزال** : تتكون من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين ، كما في :

قطب الانود — قطب الكاثود

		رمز الايون الاصغر	;	رمز الايون الاكبر	||	رمز الايون الاكبر	;	رمز الايون الاصغر			
Pt	|	Fe^{+2}	;	Fe^{+3}	||	Sn^{+4}	;	Sn^{+2}	|	Pt	
		1M		1M		1M		1M			التركيز المولاري

حل تمرين 7

$2Ag_{(s)} \rightarrow 2Ag^{+}_{(aq)} + 2e$ **تفاعل تأكسد**

$Cl_{2(g)} + 2e \rightarrow 2Cl^{-}$ **تفاعل اختزال**

$2Ag \mid Ag^{+1} \parallel Cl^{-} \mid Cl_2 \mid Pt$

ملاحظات مهمة جداً

١. عندما يذكر هل يذوب الفلز (يتآكل) ، او هل يتحرر غاز O_2 , Cl_2 (ماعدا الهيدروجين فإنه يتحرر عند الكاثود) ، او هل يقل وزن القطب ، فنعتبر المادة المذكورة انود والمادة الاخرى كاثود . ملخص : العمليات التي تحدث عند الانود (تأكسد ، اذابة ، تآكل ، تحرر الغازات ماعدا غاز الهيدروجين) .

٢. عندما يذكر يترسب (يختزل) الفلز او هل يتحرر الهيدروجين ... او هل يذوب الغاز ... او هل يزداد وزنه .... فنعتبر هذه المادة كاثود والمادة الاخرى انود مع قلب اشارة جهد اختزالها .
ملخص: العمليات التي تحدث عن الكاثود (اختزال ، ترسيب ، طلاء ، تحرر غاز الهيدروجين).

٣. المادة التي يقل وزنها (انود) ، والمادة التي يزداد وزنها (كاثود) .

٤. في اسئلة الحفظ المادة المراد حفظها هي الكاثود والاخرى الانود .

٥. عندما يكون جهد الخلية القياسي موجب فإن التفاعل يحدث وبخلافه لايحدث .

حل تمرين 8 / وز 2014 د3 نازحين /

اذا رجعنا للملاحظات 1 نلاحظ عندما يطلب ذوبان مادة يعني هي الانود :

$Ag \rightarrow Ag^{+} + e$ $\qquad E^{0}_{anode} = -0.8V$

$2H^{+} + e \rightarrow H_2$ $\qquad E^{0}_{cathode} = +0.0V$

$E^{0}_{cell} = E^{0}_{anode} + E^{0}_{cathode} = -0.8 + 0.0 = -0.8\ V$

التفاعل غير تلقائي لان الاشارة سالبة وبذلك لايذيب الفلز .



اسئلة وزارية حول الملاحظات اعلاه

س١/وز 2013 د1/ هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين أم من النحاس ؟ مع بيان السبب اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية كالاتي :
$E^0_{Zn/Zn+2}=-0.76$ و $E^0_{Cu/Cu+2}=+0.34$ و $E^0_{Co^{+2}/Co}=-0.28$.

الحل / يجب ان نجعل المادة المراد حفظها كاثود :

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.76\ V$

$Co^{+2} + 2e \rightarrow Co \qquad E^0_{cathode} = -0.28V$

بالجمع

$Zn + Co^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Co$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +0.76 - 0.28 = +0.48\ V$

لايصح لان التفاعل تلقائي فيحدث تفاعل بينهما .

$Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.34V$

$Co^{+2} + 2e \rightarrow Co \qquad E^0_{cathode} = -0.28V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.34 - 0.28 = -0.62\ V$

بما ان اشارة جهد الخلية سالب اذا لايحدث تفاعل فلذا يمكن حفظ نترات الكوبلت في اناء مصنوع من النحاس .

س٢/ خلية فولتائية قياسية قطباها كوبلت وفضة جهود الاختزال القياسية $E^0_{Co+2/Co}=+0.28V$ و $E^0_{Ag/Ag+1} = +0.8V$ جد جهدها القياسي ؟ وعبر عنها كتابتاً . ج / $+0.52\ V$

س٣/ محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين بتركيز 1M وتحت ضغط 1 atm من غاز الهيدروجين فهل يمكن لهذا المحلول اذابة فلز الرصاص الموجود في محلول يحتوي على ايونات الرصاص Pb^{+2} بتركيز 1M مع العلم ان جهد الاختزال القياسي $E^0_{Pb/Pb+2}=-0.13V$. ج / $+0.13\ V$

س٤/ اريد من احد الطلبة كتابة تفاعل خلية فولتائية اقطابها كوبلت وكلور فكتبت بالشكل الاتي :
$Cl_2 + Co \rightarrow Co^{+2} + 2Cl^-$ فهل تعبير الطالب صح أم خطأ $E^0_{Cl2/Cl-}=+1.36V$ و $E^0_{Co+2/Co}=-0.28V$ ؟ ج / -1.64

س٥/ محلول يحتوي على ايونات H^+ بتركيز 1M وضغط 1 atm من غاز H_2 ، فهل بإمكان هذا المحلول إذابة فلز النيكل الموجود في محلول يحتوي على Ni^{+2} بتركيز 1M ؟ علماً أن $E^0_{Ni+2/Ni}=-0.25\ V$. ج / $+0.25\ V$

س٦/ احسب جهد الاختزال القياسي لقطب النيكل اذا علمت ان جهد الخلية التالية في $25\ C^0$ = 0.25V ؟ ثم اكتب تفاعلها العام . $Ni\ I\ Ni^{+2}\ II\ H^+\ I\ H_2\ I\ Pt$

ج / $-0.25\ V$

س٧/ هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة في اناء من الالمنيوم ؟ علماً ان $E^0_{Al+3/Al}=-1.66$ V و $E^0_{Ag+1/Ag}=0.8$ V ؟

ج / 2.46 V

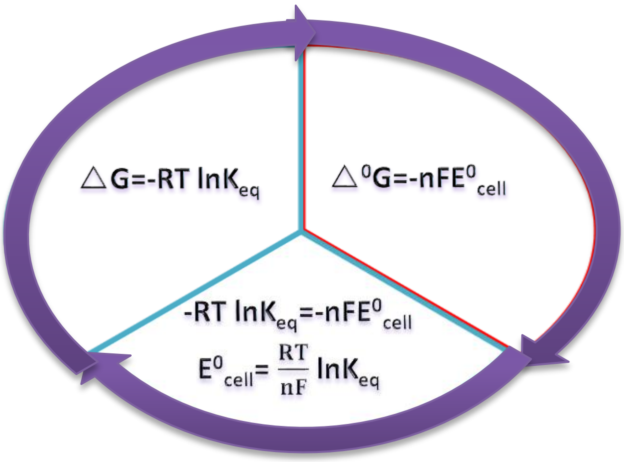
س٨/ لايصح حفظ محلول كبريتات النحاس II في اناء من الخارصين ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية $E^0_{Zn/Zn+2}=-0.76$ و $E^0_{Cu/Cu+2}=+0.34$.

ج / +1.10 V

س٩/ طلب من احد الطلب في المختبر حفظ كبريتات النحاس II فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفق في عمله ؟ علما ان $E^0_{Cu/Cu+2}=+0.34$ و $E^0_{Al+3/Al}=-1.66$ V

ج / +2.00 V

العلاقة بين جهد الخلية القياسي E^0_{cell} وطاقة كبس الحرة القياسية $\triangle^0G$ وثابت الاتزان K_{eq}



س / اكتب عملية اشتقاق $\triangle G=-nFE^0_{cell}$ ؟

الحل / الطاقة الكهربائية (J) = الشحنة الكلية (nF) X جهد الخلية (E^0_{cell})

= nFE^0_{cell}

ويما ان الطاقة الكهربائية الناتجة من الخلايا الكلفانية = طاقة كبس الحرة بعكس الاشارة اذن :

$$\triangle^0G=-nFE^0_{cell}$$

الحل / يمكن ايجاد التغير بالطاقة الحرة من خلال القانونين الآتيين :

$\triangle^0G=-RT\ lnK_{eq}$ .....② ,,,,,,,,,,,, $\triangle^0G=-nFE^0_{cell}$ ....①

وعند التعويض ① في ② او العكس نجد ③ :

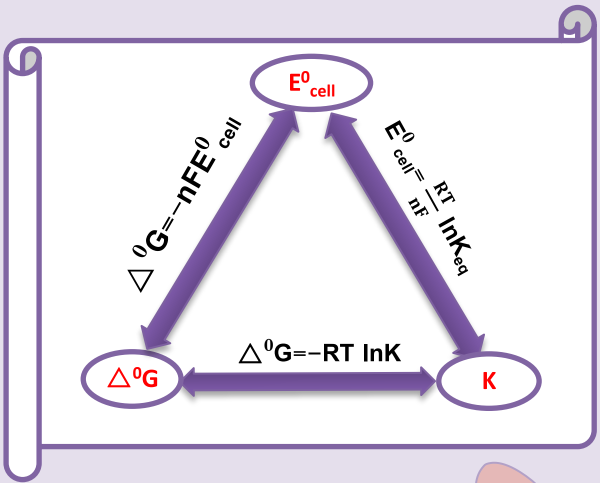
$-RT\ lnK_{eq}=-nFE^0_{cell}$ .....③ وعندما نريد ان نستخرج جهد الخلية القياسي نعيد ترتيب العلاقة ③ بالشكل الاتي :

$$E^0_{cell}=\frac{RT}{nF}\ lnK_{eq} \quad ....④$$

وعندما تكون الظروف قياسية عند 25^0C (298K) وقيمة $R=8.314J/K.mol$ و $F=96500C/mol.e^-$ نصل الى ما يأتي :

$$E^0_{cell}=\frac{8.314x298}{n\ X\ 96500}\ lnK_{eq} \rightarrow E^0_{cell}=\frac{0.026}{n}\ lnK_{eq}\ .....⑤$$

العلاقة بين الطاقة الحرة القياسية وجهد الخلية القياسي وثابت الاتزان



حل تمرين 9 / وز 2013 تمهيدي /

$2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e \qquad E^0_{anode} = +0.74V$

$3Hg^{+2}_2 + 6e \rightarrow 6Hg \qquad E^0_{cathode} = +0.85V$

بالجمع

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +0.74 + 0.85 = +1.59\ V$

$\triangle^0G=-nFE^0_{cell} = -6x96500x1.59= -920610\ J/mol$

معادلة نيرنست للتعبير عن جهد الخلية بدلالة التراكيز :

معادلة نيرنست هي العلاقة التي تربط جهد الخلية غير القياسية (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسية عندما يكون واحد او جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لاتساوي الواحد الصحيح في درجات حرارية مختلفة .

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF}\ lnQ$$

$R = 8.314\ J/K.mol$ وهو الثابت العام للغازات بالجول

n= عدد المولات المحذوفة من تفاعلات نصفي الخلية

$F = 96500\ (C/mol)$ ثابت فاراداي

$T = 25\ ^0C\ (298K)$ درجة الحرارة التي تستخدم عندها معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.026}{n}\ lnQ$$

س / كيف يمكن اشتقاق معادلة نيرنست ؟

الحل /

$\triangle G=\triangle^0G + RT\ lnQ$ ......①

$\triangle G=-nFE_{cell}$ ....②

$\triangle^0G=-nFE^0_{cell}$ ....③

وبتعويض المعادلتين ② و③ في معادلة ① :

$$\triangle G=\triangle^{0}G + RT\ InQ$$

$$-nFE_{cell} = -nFE^{0}_{cell} + RT\ InQ \ ......$$ وبقسمتها على $-nF$

$$\underline{\qquad} = \frac{-nFE0_{cell}}{-nF} + \frac{RT}{-nF} InQ$$

$$E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{RT}{nF} InQ$$

س / احسب ثابت فاراداي ؟ ثم بين وحداته .

الحل / الفاراداي : هو حاصل ضرب شحنة الالكترون $(1.6x10^{-19}C)$ في عدد افوكادرو $(6.023X10^{23})$.

$F = $ **شحنة الالكترون** x **عدد افوكادرو** $(N_A)=C=1.6x10^{-19}\times 6.023X10^{23}= 96478C/mol.e^{-}$

ملاحظات

١. تراكيز المواد الصلبة والغازية والسائلة في معادلة نيرنست = 1 لذا لاتظهر فيها .
٢. عند ربط قطبين لنفس العنصر لكن يختلفان في تركيزهما ، فنجعل المحلول ذو التركيز الواطئ انوداً ، والاخر كاثود كما في السؤال رقم
٣. في الخلايا غير القياسية يتم معرفة تلقائية التفاعلات من عدمه عن طريق حساب جهد الخلية غير القياسي فقط .
٤. قابلية القطب الفلزي على توليد الالكترونات تقل بازدياد تركيز ايون الفلز في المحلول .
٥. قابلية القطب الفلزي على توليد الالكترونات تزداد بانخفاض تركيز ايون الفلز في المحلول .

س / يزداد جهد الخلية الفولتائية عند زيادة تركيز او انخفاض تركيز المواد الناتجة ؟

ج / لان جهد القطب يتناسب طردياً مع التركيز فعندما تزداد

س / قياسات فرق الجهد يجب ان تكون بين قطبي الخلية ؟

ج / بسبب ان عملية الاكسدة والاختزال عمليتان متلازمتنا .

س / ما تأثير تغير تراكيز محاليل الاقطاب في الخلايا الكلفانية على قيمة جهدها ؟

ج / كلما زادت تراكيزها كلما زاد جهدها .

س / هل يمكن لخلية فولتائية توليد تيار كهربائي عندما تكون اقطابها من نفس العنصر ؟

ج / نعم . يمكن اذا كان تراكيزهما مختلفان غير متساويان .

حل تمرين 10

$2Fe^{+3} \rightarrow 2Fe^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.77V$

$2I^- + 2e \rightarrow I_2 \qquad E^0_{cathode} = +0.53V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.77 + 0.53 = +0.24\ V$

$\triangle^0G = -nFE^0_{cell} = -2x96500x0.24 = -46320\ J/mol$

$E^0_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq} \rightarrow 0.24 = \frac{0.026}{2} \ln K_{eq} \rightarrow 0.24 = 0.013 \ln K_{eq} \rightarrow 18.4 = \ln K_{eq}$

نقسم على In وباستخدام الحاسبة الالكترونية وطبعا هذا معطى بالاسئلة الوزارية حصراً :

$K_{eq} = 1x10^8$

حل تمرين 11 / وز 2015 تمهيدي /

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.76V$

$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode} = 0.0\ V$

بالجمع

$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +0.76 + 0.0 = +0.76\ V$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q \rightarrow 0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[\quad]}{[H^+]}$

$0.73 = 0.76 - 0.013 \ln \frac{}{[\quad]} \qquad -0.3 = -0.013 \ln \frac{}{[\quad]}$

$2.3 = \ln \frac{}{[\quad]}$ In $\rightarrow$ بالقسمة على $\rightarrow 10 = \frac{}{[H^+]} \qquad [H^+]$

حل تمرين 12 / وز 2016 د1 خارج القطر /

$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +2.37V$

$Sn^{+2} + 2e \rightarrow Sn \qquad E^0_{cathode} = -0.14\ V$

بالجمع

$Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +2.37 - 0.14 = +2.23\ V$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q = 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[\quad]}{[Sn^2]}$

$= 2.23 - 0.013 \ln \frac{0.05}{0.04} = 2.23 - 0.013 \ln 1.25$

$= 2.23 - 0.013\ (0.223) = 2.23 - 0.002 = 2.227\ V$

$\triangle^0G = -nFE^0_{cell} = -2x96500x2.23 = -430390\ J/mol$

اسئلة وزارية

س١/وز 2016 د2/ ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1M إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية :

$Lnx=2.303\log x$, $E^0_{Ag^{+1}/Ag}=0.8$ V , $E^0_{Zn^{+2}/Zn}=-0.76$ V

الحل /

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$ $\quad E^0_{anode} = +0.76V$

$Ag^+ + 1e \rightarrow Ag$ $\quad E^0_{cathode} = +0.8$ V

نوازن الشحنات في ضرب الاولى في 2 :

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$ $\quad E^0_{anode} = +0.76V$

$2Ag^+ + 2e \rightarrow 2Ag$ $\quad E^0_{cathode} = +0.8$ V

بالجمع

$Zn + 2Ag^+ \rightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +0.8 + 0.76 = 1.56$ V

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^+]^2} = 1.56 - 0.013\ln\frac{[1]}{[0.1]^2} = 1.56 - 0.013(4.6) = 1.5V$

$\triangle G = -nFE_{cell} = -2x96500x1.5 = -289500$ J/mol

س٢/ خلية فولتائية تفاعلها العام في $25\ C^0$:

$Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{+2} + H_2$ جهدها = 0.25V احسب التغير في الطاقة الحرة لها ؟

ج / −48250 J/mol

س٣/ خلية قياسية تفاعلها العام : $Cd + Cl_2 \rightarrow 2Cl^- + Cd^{+2}$ احسب التغير بالطاقة الحرة القياسية اذا علمت ان جهود الاختزال $E^0_{Cd/Cd^{+2}}=-0.4V$ و $E^0_{Cl_2/Cl^-}=1.36V$

ج / −339680 J/mol

س٤/ احسب جهد الخلية التالية عند $25\ C^0$ اذا علمت ان جهدها القياسي=0.599V

$2Cr + 3Zn^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 3Zn$

$\quad$ 0.01M $\qquad$ 0.1M

ج / 0.56 V

س٥/ املأ الفراغات الاتي : جهد قطب الهيدروجين الذي pH له = 4 عند $25C^0$ من غاز H_2 = ... ؟

ج / −0.2392 V

س٦/ خلية كلفانية عند $25C^0$ احد قطبيها من النحاس القياسي والاخر الهيدروجين القياسي مغمور في محلول NH_4Cl بتركيز 0.1M بضغط 1atm ، احسب التغير بالطاقة الحرة للخلية ؟ علما ان $E^0_{Cu+2/Cu}=0.34$ V ، و $K_b\ NH_3=10^{-5}$.

ج / −123327 J/mol

س٧/ احسب $[H^+]$ للخلية التالية في $25\ C^0$:

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$$

1M 1atm

وان $\triangle G=-123.729$ KJ علماً ان $E^0_{Zn/Zn+2}=-0.76$

ج / 0.001M

س٨/ خلية كلفانية انودها قطب الالمنيوم وكاثودها قطب النحاس تركيز ايوناتها في محاليل الاقطاب 0.01M فإذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لها = −1158KJ احسب جهد الخلية في $25\ C^0$ ؟

ج / 1.98V

س٩/ خلية فولتائية تفاعلها في $25\ C^0$:

$$Cu^{+2} + Mg \rightarrow Cu + Mg^{+2}$$

0.001M 0.1M

احسب $\triangle G$ لها ثم عبر عنها كتابة؟علما ان : $E^0_{Cu^{+2}/Cu}=+0.34$V و $E^0_{Mg^{+2}/Mg}=-2.37$ V (ln100=4.6)

ج / −511450 J/mol

س١٠/ في تفاعل الخلية الاتية في $25\ C^0$:

$$M + 4H^+ \rightarrow M^{+4} + 2H_2$$

احسب pH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهد الخلية القياسي مع غير القياسي ؟ علما ان $[M^{+4}]=0.0016$ M .

ج / 0.7

س١١/ في درجة 25^0C وضغط 1atm تم ربط قطبين من الهيدروجين وكان الاول يحوي على حامض HCl بتركيز 0.1M والقطب الثاني يحتوي على ملح NH_4Cl بتركيز 0.1M ، جد جهد الخلية اذا علمت ان ثابت التحلل المائي للملح $K_h=10^{-9}$ ؟ وماذا تستنتج من هذا السؤال .

ج / 0.239 V

س١٢/ جهد الخلية الاتي عند 25^0C = 0.1773V

$$Ag\ |\ AgCl_{مشبع}\ ||\ AgNO_{3(0.01M)}|Ag$$

احسب pH لـ 100ml من ملح كلوريد الأمونيوم اللازم اضافته الى لتر من محلول المشبع لخفض الذوبانية 1000 مرة ؟ علماً ان $K_{b\ NH3}=10^{-5}$.

ج / 5

س١٣ / خلية فولتائية تفاعلها في 25^0C :

$$Cu^{+2} + Mg \rightarrow Cu + Mg^{+2}$$

أحسب الطاقة الحرة غير القياسية لها ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية لـ(Mg^{+2},Cu^{+2}) هي على التوالي (−2.37,0.34) فولت ؟

ج / −511488.6

الخلايا الالكتروليتية وهي خلايا مستهلكة للتيار الكهربائي تتحول فيها الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهم في الصناعة حيث تستخدم في تنقية الفلزات وفي عمليات الطلاء الكهربائي .

التحليل الكهربائي هو تفاعل كيميائي تستخدم الطاقة الكهربائية لجعل الخلية الالكتروليتية غير التلقائي ممكن الحدوث ، حيث تحدث الاكسدة عند الانود ، والاختزال عند الكاثود .

خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم هي خلية تكون فيها الاقطاب مثل الكاربون او البلاتين مغمورة في منصهر كلوريد الصوديوم ، عند عملها تختزل ايونات Na^+ مكونة فلز الصوديوم عند قطب الكاثود ، وعند الانود تحدث عملية الاكسدة حيث تتأكسد ايونات الكلوريد ويتحرر الكترون مكون ذرة كلور متعادلة ثم تتحد ذرتان من الكلور فتتحرر على شكل غاز Cl_2 :

$$2Na^+ + 2e \rightarrow 2Na$$

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$$

$$2Na^+ + 2Cl^- \rightarrow 2Na + Cl_2$$

علل / يجب ابقاء الصوديوم مفصولاً عن غاز الكلور في خلية التحليل الكهربائي لمنصهر NaCl ؟

ج / حتى لا يتفاعلان بشكل تلقائي لتكوين NaCl مرة ثانية .

خلايا الطلاء الكهربائي هي خلايا تستخدم التحليل الكهربائي في عمليات طلاء الفلزات بطبقة رقيقة من فلز آخر لحمايتها من الصدأ او التآكل .

مكوناتها تتركب من قطب الانود المتكون من الفلز المراد الطلاء به مثل الفضة او الذهب النقيين ، اما الكاثود يتكون من المادة المراد طلائها مثل ، يكون محلول الخلية حاوياً على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به كنترات الفضة ($AgNO_3$) او نترات الذهب ($Au(NO_3)_3$) .

استخداماتها تستخدم بها الفضة لطلاء شوكة الطعام .

س / ما هما العاملين اللذان تعتمد عليهما عملية الطلاء الكهربائي ؟

ج / ١. يجب ان تكون شدة التيار الكهربائي المستخدم فيها ضعيفة .

٢. تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

قوانين فرادي

الاول : [تتناسب كتلة أي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر من خلال الخلية الكهربائي] .

الثاني : [تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب ، باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة] .

خطوات حل مسائل فاراداي

$Q_{\text{للخلية}} = \frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{\text{عدد افوكادور}}$

$Q_{\text{للخلية}} = \frac{C}{96500}$

$Q_{\text{للخلية}} = \frac{I_{(A)} X t_{(s)}}{96500}$

$n_{\text{المترسبة او المتحررة}} = \frac{Q_{\text{البطارية}}}{e_{\text{التكافؤ}}}$

$Q = n_{\text{المترسبة او المتحررة}} \times e^{-}_{\text{التكافؤ}}$

$n = \frac{V_L \, X1\, mol}{22.4L}$

$n = \frac{m}{M}$

$n = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة او المتحررة}}{\text{عدد افوكادور}}$

$n_{\text{المترسبة او المتحررة او المستهلكة}} = n_{\text{الكلية}} - n_{\text{المتبقية}}$

حل تمرين 13 / **وز** 2015 **د**2 **مشابه له** /

$n = \frac{3}{197} = 0.015 mol$

$Au^{+3} + 3e \rightarrow Au$

3   1

Q   0.015 mol

$Q = \frac{3x0.015}{1} = 0.045 mol.e \rightarrow Q = \frac{I_{(A)} x\, t_{(s)}}{96500} \rightarrow 0.045 = \frac{I_{(A)} x\, 200}{96500} \rightarrow I_{(A)} = 21.7\, A$

حل تمرين 14 / **وز** 2014 **د**2 / **وز** 2013 **د**1 /

$n = MxV = 0.2x0.6 = 0.12$

عدد المولات الكلية = عدد المولات المترسبة + عدد المولات المتبقية ←

0.12 = عدد المولات المترسبة + 0.03 → عدد المولات المترسبة = 0.12 − 0.03 = 0.09 mol

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$

2   1

Q   0.09

$Q = \frac{2x0.09}{1} = 0.18 mol.e$

$Q = \frac{I_{(A)} x\, t_{(s)}}{96500} \rightarrow 0.18 = \frac{96.5x\, t_{(s)}}{96500} \rightarrow t_{(s)} = 180\, s$

اسئلة وزارية

س١/ وز 2014 د3 نازحين / املا الفراغات الاتية : عند امرار واحد فاراداي في محلول Al^{+3} فإن وزن الالمنيوم المترسب على الكاثود = ... ؟ اذا علمت ان الوزن الذري للألمنيوم =27g/mol .

الحل /

$Al^{+3} + 3e \rightarrow Al$

3 1

1 n $\rightarrow$ $n=3=\frac{m}{M}$ $\rightarrow$ m=3x27=81g

س٢/وز 2013 د3/ املا الفراغات الاتية : ان شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200s لترسيب 3g من الذهب = ... ؟ علما ان الوزن الذري للذهب (197g/mol) .

الحل /

$n=\frac{m}{M}=\frac{3}{197}=0.015mol$

$Au^{+3} + 3e \rightarrow Au$

3 1

Q 0.015 $\rightarrow$ $Q=0.045=\frac{I_{(A)} x\, t_{(s)}}{96500}$ $\rightarrow$ A = 21.7A

س٣/ محلول نترات الفضة تم تحليله بين قطبين من الفضة ، احسب الزيادة بوزن الكاثود والنقصان بوزن الانود عند امرار $(3x10^{22}e^-)$ ؟ M_{Ag}=108g/mol . ج / 54g

س٤/ يراد طلاء (1.97g) من الذهب باستعمال محلول يحتوي على ايونات الذهب Au^{+3} وبتيار شدته (9.65A) ، احسب : ١. الزمن اللازم للطلاء . ج / 300s

٢. وعدد الالكترونات المارة في الخلية ؟علما ان الوزن الذري للذهب(197g/mol). ج/ $1.8x10^{22}$

س٥/ تم تحليل كبريتات النحاس II كهربائيا بين قطبين من النحاس لمدة ثلاث ساعات فكان وزن النحاس المترسب على الكاثود (35g) احسب شدة التيار الكهربائي المار في هذه الخلية ؟ علما ان (الكتلة الذرية للنحاس = 63) . ج / 9.8 A

س٦/ امرر تيار كهربائي شدته (10A) في محلول على ايونات Ni^{+2} لمدة 16 دقيقة و5 ثواني .

احسب : ١) عدد الفاراداي المار في المحلول . ج / 0.1mol.e

٢) وزن النيكل المترسب على الكاثود ($M_{Ni^{+2}}$=58.7g/mol) ج / 3g

س٧/ عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول H_2SO_4 فإن كمية الكهربائية بالكولوم = ... وتؤدي الى تحرير .... لتر من H_2 في STP ؟ ج / 22.4L

س٨/ ما شدة التيار المار في خلية لتحليل الماء كهربائيا لمدة ثلاث دقائق وعشرون ثانية ليتحرر غاز الهيدروجين عند الكاثود وغاز الاوكسجين عند الانود بحيث بلغ مجموع حجميهما في الظروف القياسية = 0.045 . ج / 1.2A

س٩/ امرر تيار كهربائي شدته 2A لمدة 15 دقيقة في محلول مشبع حجمه $500cm^3$ من كلوريد الصوديوم في خلية تحليل كهربائي ، احسب pH المحلول الناتج ؟ ج / 12.5

س١٠/ 0.5 لتر من محلول 0.1M من HCl وضع في خلية تحليل كهربائي ، احسب حجم Cl_2 المتحرر عند الانود ؟ علماً ان pH للمحلول اصبح (2) بعد مرور (100s) ، ثم احسب شدة التيار ؟
ج / 1 L

س١١/ امرر تيار كهربائي على محلول يحتوي على ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب $\frac{1}{3}$ عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكاثود ، احسب : ١) عدد مولات الالكترونات . ج / 0.33mol

٢) كتلة الفلز الترسب على الكاثود (M =27) . ج / 9g

س١٢/ امرر تيار كهربائي شدته A 19.3 لمدة (5min) في محلول نترات الفضة فكان وزن الفضة المترسب على الكاثود 6.48g ، احسب:١) الكتلة الذرية للفضة . ج / 108g/mol

٢) حجم غاز O_2 المتحرر في STP . ج / 0.336L

س١٣/ ما مقدار الزمن الذي يمرر به تيار شدته 0.1A في خلية تحليل الماء كهربائياً (الماء المحمض بحامض الكبريتيك) لكي يتحرر $336cm^3$ من الغازات عند القطبين في الظروف القياسية ؟ وما عدد جزيئات وذرات ووزن كل غاز . ج / O $0.6x10^{19}$ ، H $01.2x10^{19}$

البطاريات (النضائد)

تقسم الخلايا الكلفانية (البطاريات) الى

١. بطاريات اولية لايمكن اعادة شحنها .

٢. بطاريات ثانوية يمكن اعادة شحنها .

تربط عدد من الخلايا الكلفانية على التوالي ويكون جهدها مساوٍ لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها .

بطاريات الخزن الرصاصية هي نوع من انوع الخلايا الكلفانية التي تستعمل في تشغيل السيارات ، تتكون من مجموعة خلايا رصاصية جهد كل منها (2V) وتتكون من قطبين احدهما مصنوع من الرصاص يمثل الانود والاخر مصنوع من اوكسيد الرصاص يمثل الكاثود مغمورين في محلول الكتروليتي من حامض الكبريتيك ذو كثافة (1.2−1.3g/ml) .

$Pb_{(s)} + SO^{-2}_{4(aq)} \qquad PbSO_{4(s)} + 2e$ cathode

$PbO_{2(s)} + 4H^{+}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)} + 2e \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$ anode

---

$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(l)} \rightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$

عمل الخلية عند عملها تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما ويستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متأين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة محلول الحامض.

اعادة شحنها يمكن بإمرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعلات الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية فيتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته) .

١. **الخلية الجافة (خارصين – كاربون)** هي نوع من الخلايا الكلفانية عبارة عن وعاء من الخارصين الذي يعمل كأنود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl وهي غير قابلة للشحن تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب .

$Zn_{(s)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow Zn(OH)_{(s)} + 2e$

$2MnO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} + 2e \rightarrow MnO(OH)_{(s)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

$Zn_{(s)} + 2MnO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Zn(OH)_{(s} + 2MnO(OH)_{(s)}$

عملها تتأكسد ذرات الخارصين عند الانود ، وتنتقل الالكترونات داخل الخلية بواسطة الكاربون وهي الكاثود حيث يختزل MnO_2 بوجود الماء .

مواصفاتها تعطي جهداً مقداره 1.48 V ، غير قابلة للشحن .

تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب .

حلول اسئلة الفصل الرابع

س١ / موجود في اعلاه .

س٢ / موجود في اعلاه .

س٣ / العامل المؤكسد يعاني عملية اختزال :

أ) الذهب Au^{+3} افضل لان جهد اختزاله اعلى من جهد اختزال البروم Br_2 .

ب) الفضة Ag^{+} افضل لان جهد اختزاله اعلى من جهد اختزال الهيدروجين H_2 .

ج) الكادميوم Cd^{+2} افضل لان جهد اختزاله اعلى من جهد اختزال الكروم Cr^{+3} .

س٤ / موجود اعلاه .

س٥ /

$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e$ $\quad E^0_{anode} = -0.77\ V$

$Ce^{+4} + e \rightarrow Ce^{+3}$ $\quad E^0_{Cathode} = +1.61\ V$

بالجمع

$Fe^{+2} + Ce^{+4} \rightarrow Fe^{+3} + Ce^{+3}$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.77 + 1.61 = +0.84\ V$

$\triangle^0 G = -nFE^0_{cell} = -1x96500x0.84 = -81060\ J/mol$

$E^0_{cell} = \frac{0.026}{n} InK_{eq} \rightarrow 0.84 = \frac{0.026}{1} In\ K_{eq} \rightarrow 0.84 = 0.026InK_{eq} \rightarrow$

$\frac{0.84}{0.026} = InK_{eq} \rightarrow 32.3 = InK_{eq} \rightarrow K_{eq} = 1.1x10^{14}$

س ٦ / موجودة في اعلاه

س٧ / وز 2016 د1 مشابه له /

$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e$ $\quad E^0_{anode} = +2.37\ V$

$Sn^{+2} + 2e \rightarrow Sn$ $\quad E^0_{Cathode} = -0.14\ V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = +2.37 - 0.14 = +2.23\ V$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} InQ = 2.23 - \frac{0.026}{2} In\frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]} = 2.23 - 0.013In\frac{[0.05]}{[0.04]}$

$= 2.23 - 0.013(0.22) = 2.23 - 0.002 = 2.227$

$\triangle G = -nFE_{cell} = -2x96500x2.227 = -429811\ J/mol$

$3Zn \rightarrow 3Zn^{+2} + 6e$ $\quad E^0_{anode} = +0.76\ V$

$2Cr^{+2} + 6e \rightarrow 2Cr$ $\quad E^0_{Cathode} = -0.74\ V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = 0.76 - 0.74 = +0.02\ V$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} InQ = 0.02 - \frac{0.026}{6} In\frac{[Zn^{+2}]^3}{[Cr^{+2}]^2}$

$= 0.02 - 0.0043(2.303)\log \frac{[\ \ 001]3}{[0.01]2}$

$= 0.02 - 0.0043(2.303)\log 10^{-5}$

$= 0.02 - 0.0043\ (2.303x-5)$

$0.07\ V$

$\triangle G = -nFE_{cell} = -6x96500x0.07 = -40530\ J/mol$

س٨ /

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.76\ V$

$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \qquad E^0_{Cathode} = +0.0\ V$

بالجمع

$Zn + 2H^+ \qquad Zn^{+2} + H_2$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.76+0 = +0.76\ V$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[\ \ ]}{[Cr\ \ ]} = 0.76 - 0.013 \ln \frac{[\ \ 45]}{[1.8]2}$

$= 0.76 - 0.013(-1.974) = +0.79\ V$

س٩ / وز 2016 د1 / وز 2013 د2 /

خلية التحليل الكهربائي	الخلية الكلفانية
تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل الكيميائي .	تستخدم في التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية .
تفاعلاتها تكون غير تلقائية أي ان $\triangle G=+$.	تفاعلات تكون تلقائية أي ان $\triangle G=-$.
لايستخدم فيها جسر ملحي .	يستخدم فيها جسر ملحي .
تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد (البطارية مثلا) الخارجي بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول (الالكتروليتي) او المواد المنصهرة .	تنتقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات الى الايونات عبر السلك الموصل الخارجي بينما تنتقل الايونات بين المحلولين بواسطة الجسر الملحي .
مثال عليها : خلية الطلاء الكهربائي ، خلايا تنقية الفلزات .	مثال عليها : خلية دانيال ، بطاريات (نضائد) السيارات والاجهزة الكهربائية .

س١٠ /

$P = —$

$n = \frac{PxV}{RT} = \frac{1 x 0.08}{22.4L} = 0.003 mol$

$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^{+1} + 4e$

1   4

0.003   Q $Q = 4X0.03 = 0.012\ mol.e$

س١١ /

$n=\frac{m}{M}=$——

$Ag^{+1} + e \rightarrow Ag$

1 1

Q 0.02

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$

2 1

0.02 n

$n=\frac{0.02}{2}=0.01mol \rightarrow n=\frac{m}{M} \rightarrow m=0.01x64=0.64g$

$t=3.75x3600= 13500\ s$

$Q=0.018=\frac{I_{(A)} x\, t_{(s)}}{96500} \rightarrow 0.02=\frac{I_{(A)}X13500}{96500} \rightarrow I_{(A)}= 0.14\ A$

س١٢ / بما ان الهيدروجين يتحرر اذا يجب ان يكون هو الكاثود والالمنيوم الانود لان اقل جهد من الذهب وبالسالب :

$2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e \quad E^0_{anode}= +1.66\ V$

$6H^+ + 6e \rightarrow 3H_2 \quad E^0_{cathode}= +0.0\ V$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} =+1.66+0 = +1.66\ V$

س١٣ / $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e \quad E^0_{anode}= -0.77\ V$

$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^- \quad E^0_{cathode}= +1.07\ V$

بالجمع

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} =-0.77+1.07= +0.3\ V$ نعم يحدث تلقائياً لان الاشارة موجبة

س١٤ /

$[H]=10^{-pH}=10^{-1}$

$E_{H2} = E^0_{H2} - \frac{RT}{nF} lnQ \rightarrow E_{H2}=0 -\frac{0.026}{2} ln\frac{1}{[H]}$

$= 0-0.013\ ln\frac{}{[\quad]}=0-0.013ln10^2=- 0.0592\ V$

س١٥ /

$Ag^{+1}(N^{+3} O^{-2}{}_2)^- + Cl_2{}^0 + 2K^{+1}O^{-2}H^{+1} \rightarrow Ag^{+1}N^{+5}O^{-2}{}_3 + 2K^{+2}Cl^{-1} + H^{+1}{}_2O^{-2}$

$N^{+3} \rightarrow N^{+5} + 2e$ عامل مختزل

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ عامل مؤكسد

س١٦ / وز 2014 تمهيدي / المادة المراد حفظها يجب ان نجعلها الكاثود :

$Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.34\ V$

$2Na^{+1} + 2e \rightarrow Na \qquad E^0_{cathode} = -2.70\ V$

بالجمع

$Cu + 2Na^{+1} \rightarrow Cu^{+2} + Na$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = -0.34 - 2.70 = -3.04\ V$ نعم يمكن لان الاشارة سالبة

س١٧ / وز 2014 د1 /

$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.24\ V$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu \qquad E^0_{cathode} = +0.34\ V$

بالجمع

$Ni + Cu^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Cu$

$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode} = 0.24 + 0.34 = +0.58\ V$ لايمكن لان الاشارة موجبة

س١٨ / وز 2016 د1 / $n = - = — = 0.02mol$

$Au^{+3} + 3e \rightarrow Au$

3 1

Q 0.025

$Q = 3x0.015 = 0.075 = \frac{I_{(A)} \quad (s)}{} \qquad 0.075 = \frac{I_{(A)}}{} \qquad (A)$

س١٩ / موجود اعلاه .

س٢٠ / عند استخدامها في قانون $\triangle G = -nFE_{cell}$ يجب ان تكون موجبة حتى تكون قيمة $\triangle G = -$

س٢١ / $E_{Zn} = E^0_{Zn+2/Zn} - \frac{RT}{nF} \ln Q \rightarrow -0.82 = -0.76 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{1}{Zn+2}$

$-0.82 + 0.76 = -0.013 \ln\frac{1}{Zn+2} \rightarrow \frac{-0.06}{-0.013} = \ln\frac{1}{Zn+2} \rightarrow 4.6 = \ln —$

نقسم على ln $\rightarrow 100 = \frac{}{[\quad]} \qquad [Zn^{+2}] = 0.01M$

س٢٢ /

$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e$

$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e \rightarrow Cu$

بالجمع

$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu$

$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q = 1.10 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{[\quad]}{[Cu\quad]} = 1.10 - 0.013\ln\frac{[\ 1]}{[0.01]}$

$= 1.10 - 0.013\ln 10 = 1.10 - 0.013(2.3) = +1.07\ V$

س ٢٣ /

1) $Al^{+3}{}_2O^{-2}{}_3 + 6H^{+1}Cl^{-1} \rightarrow 2Al^{+3}Cl^{-1}{}_3 + 3H^{+1}{}_2O^{-2}$ ليس تفاعل اكسدة واختزال

2) $2Na^0 + Cl^0{}_2 \rightarrow 2Na^{+1}Cl^{-1}$ تفاعل اكسدة واختزال

$2Na^0 \rightarrow 2Na^{+1} + 2e$ نصف تفاعل اكسدة

$Cl_2{}^0 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ نصف تفاعل اختزال

3) $2K^{+1}Cl^{+5}O^{-2}{}_3 \rightarrow 2K^{+1}Cl^{-1} + 3O_2{}^0$ تفاعل اكسدة واختزال

$6O^{-2} \rightarrow O_2 + 12e$ نصف تفاعل اكسدة

$2Cl^{+5} + 12e \rightarrow 2Cl^-$ نصف تفاعل اختزال

4) $Si^{+4}Br^{-1}{}_4 + 3H^{+1}{}_2O^{-2} \quad H^{+1}{}_2Si^{+4}O^{-2}{}_3 + 4H^{+1}Br^{-1}$ ليس تفاعل اكسدة واختزال

5) $Zn^0 + Cu^2S^{+6}O^{-2}{}_4 \rightarrow Zn^{+2}S^{+6}O^{-2}{}_4 + Cu^0$ تفاعل اكسدة واختزال

$Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e$ نصف تفاعل اكسدة

$Cu^2 + 2e \rightarrow Cu$ نصف تفاعل اختزال

س ٢٤ / وز 2013 د3 /

$$E_{cell} = E^0{}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ lnQ = 0.74 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = 1.10 - 0.013ln\frac{[0.1]}{[0.01]}$$

$$= 0.74 - 0.013ln10 = 0.74 - 0.013(2.3) = 0.71V$$

$$\triangle G = -nFE_{cell} = -2x96500x0.71 = -137030\ J/mol$$

س ٢٥ /

$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e$ $\quad E^0{}_{anode} = +2.37\ V$

$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$ $\quad E^0{}_{cathode} = +1.07\ V$

بالجمع

$Mg + Br_2 \rightarrow Mg^{+2} + 2Br^-$

$$E^0{}_{cell} = E^0{}_{anode} + E^0{}_{cathode} = 2.37 + 1.07 = +3.44\ V$$

$$E_{cell} = E^0{}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ lnQ = 3.44 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{[Mg^{+2}][Br]^2}{1} = 3.44 - 0.013ln\frac{[1][0.1]^2}{1}$$

$$= 3.44 - 0.013(-2X2.3) = 3.44 + 0.0603 = 3.5V$$

$$\triangle G = -nFE_{cell} = -2x96500x3.5 = -675500\ J/mol$$

س ٢٦ /

$$E^0{}_{cell} = \frac{0.026}{2}\ lnK_{eq} = 0.013ln(2.3x10^4) = 0.013(10.04) = 0.13V$$

$$E_{cell} = E^0{}_{cell} - \frac{RT}{nF}\ lnQ = 0.13 - 0.013ln\frac{[Pb^{+2}]}{[H^2]^2} = 0.13 - 0.013ln\frac{[0.01]}{1}$$

$$= 0.13 - 0.013ln10^{-2} = 0.13 - 0.013(-2x2.3) = 0.13 + 0.0598 = 0.1898\ V$$

$\triangle G=-nFE_{cell}=-2x96500x0.1898=-36631.4J/mol$

س٢٧/ وز 2015 تمهيدي خارج القطر / وز 2015 د1 مشابه له فكان المطلوب التغير بالطاقة الحرة القياسية /

$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode}=+0.25\ V$

$Sn^{+2} + 2e \rightarrow Sn \qquad E^0_{cathode}=-0.14\ V$

$E^0_{cell}=E^0_{anode}+E^0_{cathode}=0.25-0.14=+0.11\ V$

$E_{cell}=E^0_{cell}-\frac{RT}{nF}\ \ln Q \rightarrow 0.17-0.11=\frac{0.026}{2}\ln\frac{[\ \ ]}{[Sn^{+2}]}$

$____=\ln\frac{[\ \ ]}{[1]} \qquad -4.6=\ln[Ni^{+2}] \rightarrow [Ni^{+2}]=0.01M$

س٢٨ /

$E^0_{cell}=E^0_{anode}+E^0_{cathode} \rightarrow 1.26=E^0_{anode}-0.40$

$E^0_{anode}=1.26+0.4=1.66\ V$

هذا هو جهد الاكسدة لان على الانود اما جهد الاختزال فهو بعكس اشارة جهد الاكسدة

$E^0_{Al+3/Al}=-1.66\ V$

س٢٩ /

$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode}=+0.25\ V$

$2H^{+1} + 2e \rightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode}=0.0\ V$

$E^0_{cell}=E^0_{anode}+E^0_{cathod}=0.25+0.0=+0.25\ V$

$\triangle G=-nFE_{cell}=-2x96500x3.4 \qquad -48.25x1000=-2X996500XE_{cell}$

$E_{cell}=25x10^{-2}$

$E_{cell}=E^0_{cell}-\frac{RT}{nF}\ \ln Q \rightarrow 0.25-0.25=-\frac{0.026}{2}\ln\frac{[\ \ ]}{[H^{+1}]}$

$0=\ln\frac{[1]}{[H^{+1}]} \qquad [H^{+1}]^2=0.01 \rightarrow [H^{+1}]$

$PH=-\log[H^{+}]=-\log 10^{-1}=1$

س٣٠ / وز 2016 د2 خارج القطر /

$Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode}=+0.14\ V$

$2Ag^{+1} + 2e \rightarrow 2Ag \qquad E^0_{cathode}=+0.80$

بالجمع

$Sn + 2Ag^{+1} \rightarrow Sn^{+2} + 2Ag$

$E^0_{cell}=E^0_{anode}+E^0_{cathod}=+0.14+0.80=+0.94\ V$

$E_{cell}=E^0_{cell}-\frac{RT}{nF}\ \ln Q \rightarrow 0.9992-0.94=-\frac{0.026}{2}\ln\frac{[\ \ ]}{}$

$0.0592=-0.013\ln[Sn^{+2}] \rightarrow -4.6=\ln[Sn^{+2}] \rightarrow [Sn^{+2}]=0.01M$

س٣١ / وز ٢٠١٥ د1 / وز 2014 تمهيدي مشابه له المطلوب عدد ذرات النحاس المترسبة /

$Q=\frac{I_{(A)}\quad {}_{(s)}}{}=\frac{10x\,965}{96500}=0.1mol.e$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$

2   1

0.1   n

$n=0.1\div2=0.05mol \rightarrow m=nxM=0.05x63=3.15g$

$n=\frac{\text{عدد الذرات المترسبة او المتحررة}}{\text{عدد افوكادور}}$ عدد الذرات

س٣٢ /

$t=3(60)+13=193s$

$Q=\frac{I_{(A)}\quad {}_{(s)}}{}=\frac{3x\,193}{96500}=0.006\ mol.e$

$M^{+} + e \rightarrow M$

1   1

0.006   n

$n=0.006\div1=0.006mol \rightarrow M=\frac{0.648}{0.006}=108g/mol$

س٣٣ /وز 2014 د1/

بما ان الحجم المولي لأي غاز عند الظروف القياسية = 22.4 ضعفها = 44.8L

$n=\frac{V_L}{22.4L}=$ ____

$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e$

1   4

2   Q $\rightarrow$ Q=2x4=8mol.e

$Q_{\text{الخلية}}=\frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{\text{عدد افوكادور}}$ عدد الالكترونات= $8x6.023x10^{23}=48.16x10^{23}$

س٣٤ /

$2H_2O \quad 2H_2 + O_2$

2y   y

2y+y=   y= ____ $=12.04x10^{21}$ جزيئة متحررة من الاوكسجين

$n=\frac{No_{atom}}{N}=$ ____

$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e$

1   4

0.02   Q $\rightarrow$ Q=4X0.02 = 0.08mol.e

$Q=\frac{I_{(A)} x_{\ (s)}}{} \rightarrow 0.08=\frac{I_{(A)}}{} \quad (A)$

س٣٥ /

$Q=\frac{(A) x\ t_{(s)}}{96500}=\frac{}{}$

$Q=0.001X\ 0.75=7.5X10^{-4} mol.e$

$Au^{+3} + 3e \rightarrow Au$

$3 \qquad 1$

$7.5X10^{-4} \qquad n \rightarrow n=2.5x10^{-4}$

$m=nxM=2.5x10^{-4}x197=0.05g$

س٣٦ / وز 2016 تمهيدي / وز 2013 د2 /

$n=\frac{V_L}{22.4L}=\frac{}{}$

$2H^{+} + 2e \rightarrow H_2$

$2 \qquad 1$

$Q \qquad 0.02$

$Q=0.04mol$

$Q_{\text{المترسبة}}=Q_{\text{الكلية}}-Q_{\text{المتحررة}}=0.2-0.04=0.16$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$

$2 \qquad 1$

$0.16 \qquad n$

$n=\frac{0.16}{2}=0.08mol \rightarrow m=nxM=0.08x63=5.04g$

س٣٧ /

$Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode}=+0.14\ V$

$Pb^{+2} + 2e \rightarrow Pb \qquad E^0_{cathode}=-0.13\ V$

$E^0_{cell}=E^0_{anode}+E^0_{cathod}=+0.14-0.13=+0.01\ V$

$E^0_{cell}=\frac{0.026}{2} InK_{eq} \rightarrow 0.01=0.013\ InK_{eq} \rightarrow InK_{eq}=0.01 \div 0.013$

$InK_{eq}=0.76 \rightarrow K_{eq}=2.16$

س٣٨ / وز 2016 د2 /

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

$\qquad 2y \qquad y$

$3y=0.0675 \quad y=0.0224$ حجم الاوكسجين

$2y=2(0.0224)=0.0448$ حجم الهيدروجين

n=———

$2O^{-2} \rightarrow O_2 + \rightarrow 4e$

1 4

0.001 Q

$Q=0.004 \quad \frac{I_{(A)} x\, t_{(s)}}{} = \frac{I_{(A)} X}{} = 2\ A$

س٣٩ /

$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e \quad Cu$



تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

رحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

telegram.me/A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

www.instagram.com/rt_edu

رحلة التفوق في السادس

عطاء بلا حدود

ا.د مينا الاحمد

ا.د اشرف الوائلي